

tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 48 — nr. 5/6 — 1983

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en - verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 60,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 60,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

In memoriam Prof.Dr.Ir. J.L. van Soest



Juist voor het ter perse gaan van dit nummer bereikte de redactie het bericht van overlijden van ons erelid prof.dr.ir. J.L. van Soest. Tijdens de crematieplechtigheid, die op 4 november 1983 heeft plaatsgevonden, werd gesproken door prof.Y.Boxma.
De redactie heeft gemeend ons overleden erelid niet beter te kunnen eren dan door het in extenso plaatsen van deze toespraak.

Op verzoek van zijn dochter, Viola van Vossen, wil ik Professor van Soest, nu wij afscheid van hem moeten nemen, in onze herinnering vastleggen door zijn necrologie uit te spreken.

Johannes Leendert van Soest werd op 13 oktober 1898 in Den Haag geboren. Hij doorliep de HBS in Arnhem. Het was in deze periode dat zijn liefde voor de wiskunde én voor de botanie ontstond. Zijn eerste mathematische publikatie, een interessant geschrift over de eivorm en aanverwante figuren, dateert uit zijn HBS-tijd. Ook in deze tijd begon hij met het zeer conscientieus bestuderen van de plantengeografie in het gebied rond Arnhem.

Na zijn afstuderen als elektrotechnisch ingenieur in 1925 werd hij uitgenodigd onderzoek te doen voor de Commissie voor Physische Strijdmiddelen. Dit leidde tot het oprichten op 1 december 1927 van het Meetgebouw, later omgedoopt in Physisch Laboratorium TNO, dat in de Vlakte van Waalsdorp werd gesitueerd. Johan van Soest werd directeur. Hij deed in de eerste jaren zelf veel experimenten, zoals het zeer systematisch opgezette onderzoek naar het richtingshoren in de ruimte.

Inmiddels ging zijn botanische werk door. Zijn onderzoek aan de plantengeografie bereidde hij uit tot het gehele land. Dit enorme werk leidde in 1932 tot een indeling van ons land in plantengeografische districten. Deze indeling werd in hetzelfde jaar opgenomen in de Nederlandse flora's en heeft zich nu al meer dan 50 jaren kunnen handhaven. Johan noemde het met de hem typerende bescheidenheid "een beetje Spielerei". Het heeft de belangstelling in de botanie in ons land sterk gestimuleerd.

In 1949 werd Johan van Soest benoemd tot buitengewoon hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft om onderwijs te geven in de hoogfrequentietechniek. Hij werd echter spoedig geboeid door de informatietheorie, in welk vakgebied hij speciale aandacht aan ruissignalen besteedde. Hij schreef vele publicaties en kreeg een grote internationale bekendheid.

Daarnaast ging zijn botanische werk onverminderd voort. Na een onderzoek aan grassen volgde een uitgebreide studie van het geslacht Taraxacum, de paardebloem. Het onderzoek naar de verspreiding hiervan

bracht hem tot in de Himalaya, aan de grens van Nepal. Een paardebloemsoort, de Taraxacum wijtmaniae, werd genoemd naar zijn echtegenote die vele van zijn meer dan 200 publikaties prachtig illustreerde. Onder deze publikaties komen enkele grote werken voor, zoals de taraxacumflora's van België, Zwitserland, Iran en de vorig jaar verschenen taraxacumflora van Nederland.

In 1957 trad Johan van Soest af als directeur van het Physisch Laboratorium om de functie van Commissaris voor Physische Research voor de gehele Rijksverdedigingsorganisatie te aanvaarden. Hij is dus dertig jaar directeur van het Laboratorium geweest en heeft er zijn stempel op gedrukt zonder zich op de voorgrond te plaatsen. Het was gewoon het Laboratorium van Van Soest. Wij, medewerkers van het Physisch Laboratorium, zagen hem soms als de directeur die duidelijk overwicht had, soms als de wetenschapsman met een brede visie die op het juiste moment het onderzoek een nieuwe impuls gaf, en soms als een oudere vriend die goede raad gaf. Het is een voorrecht onder hem te hebben mogen werken. Met zijn grote belangstelling voor zijn medemens zag hij op onnavolgbare wijze kans van de mensen die hij om zich heen verzamelde, één grote familie te maken. Ook zijn helaas te vroeg overleden echtgenote speelde hierin een belangrijke rol. Met grote gastvrijheid werden velen ten huize Van Soest ontvangen en ook hun huis in Doornspijk stond ter beschikking van alle medewerkers.

Johan van Soest was in de eerste plaats een onderzoeker die in staat was velen tot samenwerken te stimuleren. Zo bouwde hij het Physisch Laboratorium op; maar evenzo het Laboratorium voor Informatietheorie op de T.H.-Delft, waar hij zijn onderzoekcapaciteiten kon combineren met zijn onderwijscapaciteiten. Hij toonde een voortreffelijk docent te zijn die stimuleerde tot zelfwerkzaamheid. Toen hij in 1964 met emeritaat ging, waren 85 studenten onder zijn leiding afgestudeerd, terwijl hij vijf maal als promotor was opgetreden; voor een buitengewoon hoogleraar erg grote aantallen.

Na zijn pensionering richtte hij zijn aandacht geheel op de botanie. Tot voor enkele jaren bleef publiceren gewoonlijk samen met de twee vrienden die wekelijks met hem samenwerkten. Het heeft ongetwijfeld ertoe bijgedragen, dat hij niet te veel vereenzaamde.

De grote verdienste van Johan van Soest zijn op velerlei manieren erkend. Hij ontving twee maal een hoge Koninklijke onderscheiding, namelijk Officier in de Orde van Oranje-Nassau en Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. De Rijksuniversiteit Utrecht verleende hem het doctoraat honoris causa wegens zijn werk in het gehele gebied van de wis-en natuurkunde met het accent op de botanie. Hij was actief in vele organisaties en verenigingen. Door hem het erelidmaatschap te verlenen of hem op andere wijze te onderscheiden, hebben acht hiervan hem hun waardering laten blijken. Dit zijn de Koninklijke Maatschappij voor Natuurkunde Diligentia, het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap, de Elektrotechnische Vereniging, het Institute of Electrical and Electronics Engineers, de World Academy of Art Science, de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging, de Botanical Society of the Britisch Isles en het Rijksherbarium te Leiden.

Het is moeilijk een zo veelzijdig man in een enkel woord te karakteriseren. We kunnen wijzen op zijn grote bescheidenheid, op zijn grote belangstelling voor zijn medemens en op zijn gevoel voor humor. We kunnen zijn gevoel voor systematiek noemen, waardoor zijn belangwekkende verzamelingen professioneel van opzet werden; en zijn gevoel voor de schilderkunst, meegekregen van zijn vader en versterkt door het prachtige werk van zijn echtgenote. We kunnen wijzen op zijn grote bewondering voor de natuur die hij ook in zijn technisch-wetenschappelijk werk steeds weer naar voren wist te brengen. Maar beter nog kunnen we Johan van Soest karakteriseren door enkele van zijn uitspraken te citeren.

Over onderzoek zei hij in zijn oratie in Delft in 1949: *"Onderzoek in groepsverband bestaat, ook in Nederland. Het is mijn overtuiging, dat dit ook zo moet zijn, mijn ervaring, dat het kan en mijn streven het verder te versterken. Zo groot als de eenheid en de eensgezindheid is, die in een heterogene groep kan groeien, zo groot kan daarbij het rendement zijn".* Bij dezelfde gelegenheid zei hij tegen de instrumentmakers: *"Gij weet hoe ik ook het vak van de instrumentmaker bewonder, waarin hoofd en handen in zo hoge mate harmonieus samenwerken, iets dat buiten het bereik van de ingenieur ligt".* Een tegen studenten zei hij: *"Gij zult zuinig met Uw tijd moeten omgaan om, naast Ingenieur, ook Mens te kunnen blijven. Houdt orde en systeem in uw gedachten en in uw werk, maakt u zich daarvoor een systematiek eigen, welke doet er niet toe; mijn voorbeeld was de botanische systematiek".*

In 1964, dus 19 jaar geleden, zei hij in een voordracht voor het Nederlands Radiogenootschap over ons milieu: *De huidige mens, zich Heer op Aarde voelend, beheert haar slecht, bijzonder slecht. Hij vernietigt zijn milieu. Hij vergiftigt de lucht, hij bederft het water, hij mergelt de grond uit. Hij verslindt energie, hoe vaak onnodig en met slecht rendement. Heeft de mensheid over deze dingen een geweten? Ongetwijfeld. Maar komt dit in onze maatschappij tot uiting? Nauwelijks. In het huidige tijdsbestek staat alles in de schaduw van een economische orde en visie".*

Deze uitspraken, waarnaar hij zelf leefde, getuigen van een hoogstaand gevoelsleven. Wij eren en misschien zelfs vereren hem hierom. Johan van Soest kon zulke uitspraken wel doen in een voordracht, maar hij vond het heel moeilijk een ander in een gesprek iets van zijn gevoelens te laten merken. Vooral gesprekken over leven en dood vermeed hij, ook toen hij werd geconfronteerd met een langzaam naderend einde. Dat hij zich wel

sterk heeft verdiept in het mysterie van het leven, blijkt uit, weer, een voordracht die hij in 1959 voor Diligentia hield over informatietheorie. Ik citeer het slot van deze voordracht:

"Juist deze theorie laat zeer scherp zien dat er in de levende natuur een grens is tussen een bolster en een kern. De bolster is dat deel, dat voor de exacte wetenschap vatbaar is of nog kan worden. De kern ligt achter de te bereiken limiet, ondoordringbaar en ondoorgrondbaar verborgen houdend het Wonder en het Eeuwige raadsel van het leven. Tot aan de bolster kan de kennis reiken, in de kern huist het Geloof, waarin het geheim van de scheppingskracht en de strijd tegen de meest meedogenloze wet van de Natuur, de tweede hoofdwet, verborgen ligt. In het Aardse Paradijs heeft de mens geproefd van de Boom der Kennis en hij zal deze kennis tot aan de limiet trachten te verwerven. Van de Boom des Levens is de mens afgehouden; zijn kennis van het eeuwige leven zou in strijd zijn met de tweede hoofdwet. In die kern zal de exacte kennis niet doordringen".

Viola, de tweede hoofdwet, die in feite zegt dat alles tot stof vergaat, speelde een belangrijke rol in de wetenschappelijke beschouwingen van je vader. De strijd er tegen heeft hij tot het eind volgehouden met alle kracht die hij bezat. Maar hij wist ook, dat deze wet meedogenloos is. Ik hoop, dat jij en je echtgenoot en je neef Jan Coen met zijn gezin de kracht zullen vinden dit verlies te dragen. Bedenk daarbij, dat je vader de strijd van het levende individu tegen de tweede hoofdwet zag als een streven naar informatievermeerdering en een drang tot schepping. Deze visie trok hij door naar de Schepping der Wereld uit een chaos, gezien als een Goddelijke daad.

Dergelijke beschouwingen, die voortkomen uit zijn vermogen schijnbaar sterk verschillende wetenschappelijke disciplines aan elkaar te verbinden en elkaar te doen bevruchten, hebben grote invloed gehad op mijn wetenschappelijke denken en op mijn leven. Maar niet alleen op mij; voor allen die hem beschouwen als hun leermeester, chef, collega of vriend of die zich op andere wijze nauw met hem verbonden hebben geweten, zullen zijn werk én zijn voorbeeld voortleven als een inspiratie. Daarom geldt voor het afscheid dat we nu nemen van deze bijzondere mens Johan van Soest, wat hij zelf als titel gaf aan de rede waarmee hij afscheid nam van de Technische Hogeschool; Afscheid en is geen afscheid.

HET DIVAC PROJECT

Ir. J. v.d. Heijden
Nederlandse Philips Bedrijven B.V.
Natuurkundig Laboratorium, Projecten Centrum Geldrop

The DIVAC project. In order to investigate the potentials and problems of applying glass fibre for cable television and telephony communication to subscribers after 1990 a system study was made in cooperation between government, universities and industry in the Netherlands. As result a demonstration set up was built to show the use of glass fibre also for new services. Technological solutions do not limit the possible growth in services in the near future. Other disciplines have a much greater influence here. The DIVAC demonstration should stimulate the awareness on actions towards an information society.

INLEIDING

Velen weten dat glasvezel een veelbelovend communicatiemedium is. Het is nu al economisch verantwoord om in plaats van coaxiale kabels glasvezelkabel voor nieuwe verbindingen tussen telefooncentrales te gebruiken. Het ligt voor de hand dat ook toepassing van glasvezels in het lokale net tussen centrale en abonnee werd overwogen.

Deze inleiding behandelt een aantal verwachtingen en vragen die aan de DIVAC-studie (DIgitale Verbinding tussen Abonnee en Centrale via glasvezel) en het bijbehorende project ten grondslag hebben gelegen; daarna volgt een kort historisch overzicht, een globale beschrijving van het systeem, en een aanduiding van de rol van DIVAC in de toekomstige informatiemaatschappij. Een uitgebreidere omschrijving van de verschillende subsystemen staan in andere artikelen in dit nummer.

ACHTERGROND

De vraag die ten grondslag ligt aan de DIVAC-studie, kan als volgt geformuleerd worden:
Welke problemen en mogelijkheden doen zich voor als men glasvezeltransmissie en digitale technieken in het lokale net gaat gebruiken?
Het lokale net verbindt woonhuizen met het landelijk communicatienetwerk. In lokale netten worden nu coaxkabels gebruikt voor TV-, radio- en teletextdistributie en koperaders voor telefonie- en data-netwerken (fig. 1). In DIVAC worden deze diensten gecombineerd en geïntegreerd in één glasvezel-communicatiesysteem. Het gebruik van zo'n glasvezelsysteem biedt de volgende perspectieven:

- Bij geïntegreerde aanleg en beheer van een net voor veel diensten behoeft slecht éénmaal de kabel in de grond gelegd te worden.
- Een glasvezelkabel is straks waarschijnlijk goedkoper dan een coaxkabel.
- Glasvezel is bij uitstek geschikt voor digitale signaaloverdracht. Beeld- en geluidssignalen kunnen met grote nauwkeurigheid in digitale signalen worden omgezet (b.v.: Compact Disc). De digitale signalen kunnen bij ontvangst weer worden omgezet in analoge signalen. Storingen hebben geen invloed op het digitale signaal onderweg. De abonnee kan daarmee signalen van studiokwaliteit in huis krijgen.
- De componenten van de digitale signaalbehandeling kunnen uitstekend geïntegreerd worden op chips (VLSI).
- De vraag naar nieuwe diensten, waarvan sommige een grote signaal-bandbreedte of interactief verkeer vereisen, neemt steeds meer toe. Een systeem dat nu al dergelijke diensten omvat, is daardoor gericht op de toekomst. Door één systeem voor vele nieuwe mogelijkheden te ontwerpen ontstaat een technisch fraaiere en uiteindelijk goedkopere oplossing, dan wanneer aan een bestaand systeem steeds nieuwe zaken worden toevoegd.

Natuurlijk kunnen ook vragen worden opgeworpen:

- Leidt het integreren van diensten niet tot conflicten bij het beheer ervan?
- Kan men professionele apparatuur (telefonie) en consumenten apparatuur (TV) combineren?

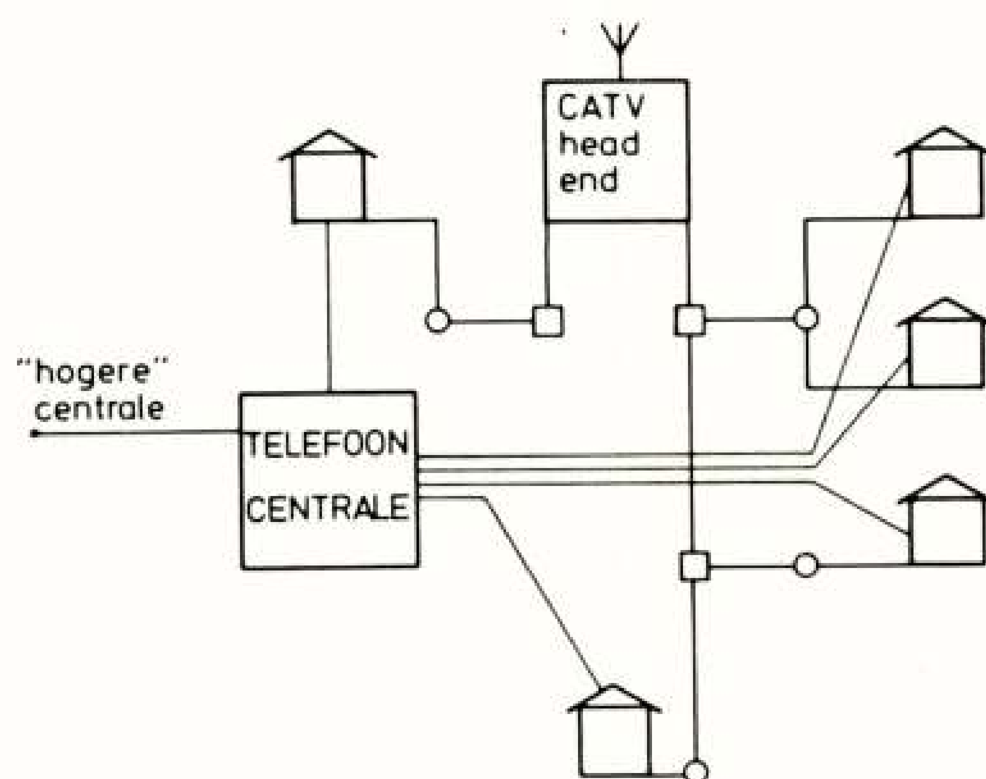


Fig. 1: Telefonie- en CATV-netstructuur

- Hoe kwetsbaar maakt integratie een systeem?
- Voor integratie is ook standaardisatie nodig. Zal op tijd een dergelijke standaard overeengekomen en toegepast worden, of zal de praktijk vele suboptimalisaties opleveren?

De DIVAC systeemstudie is opgezet om de perspectieven en vragen meer inhoud te geven.

Het bestuderen en bouwen van een systeem lijkt voor velen niet een onderwerp voor research te zijn. Na het uitvinden van bij voorbeeld een nieuwe modulatiemethode voor het efficient overbrengen van data moet ook een schakeling volgens het bedachte principe worden gebouwd om het werkelijk gedrag te meten en onvoorziene problemen op te lossen. De schakeling bestaat weliswaar uit bekende componenten als transistoren en condensatoren, maar de samenvoeging kan zich anders gedragen dan werd verwacht. Problemen van deze aard kunnen zich ook voordoen bij het samenvoegen van bestaande (sub-)systemen in een geïntegreerd systeem. De subsystemen werken weliswaar correct, doch zijn geoptimaliseerd voor een bepaald doel (overdracht van digitale signalen of het omzetten van een analoog in een digitaal videosignaal, bij voorbeeld). Het samenbouwen in een compleet systeem is dan ook noodzakelijk om alle problemen te ontmoeten en op te lossen. Zo'n eerste prototype zal dan vervolgens dienen voor verdere studie en optimalisatie. Het samenspel met de omgeving speelt daarin ook een grote rol.

Een verder probleem bij systeembouw is dat eerst een duidelijk beeld van de subsystemen moet zijn verkregen voordat er aan het geïntegreerde systeem begonnen kan worden. Voor de subsystemen zijn componenten nodig, waarvoor fysische verschijnselen moeten worden onderzocht. Dit betekent dat een systeem achter zal lopen en bij snelle ontwikkelingen soms schijnbaar "ouderwets" zal zijn. Het DIVAC systeem moet een inzicht op lange termijn (na 1990) geven, en is gebouwd met de componenten van vandaag.

Daar bij systeemresearch vaak en veel mensen uit velerlei technische disciplines en verschillende instanties betrokken zijn, is de organisatie van zo'n samenwerking een probleem apart. Door een projectmatige aanpak ontstaat een slagvaardige structuur om samen oprijzende problemen op te lossen.

HISTORIE

Toen de Stuurgroep Gemeenschappelijk Onderzoek Glasvezel (SGOG) begin 1978 de DIVAC-werkgroep instelde, luidde de opdracht daarvan: "Verkenning van uitvoeringsvormen, mogelijkheden en kosten van lokale telecommunicatiestelsels, geschikt voor telefonie, televisie-distributie en muziekdistributie, bestaande diensten op het huidige kostenniveau, en voorbereid op de invoering van nieuwe breedbanddiensten". De SGOG kwam bijeen ten behoeve van de COST-samenwerking op het gebied van research in Europa. (COST: "COopération européen dans le domain de la recherche Scientifique et Technique")

De leden van de DIVAC-werkgroep en hun organisaties namen ieder een deelonderwerp voor hun rekening. De THE (TH-Eindhoven) bestudeerde digitale audio-distributie over glasvezel. Het Dr. Neherlaboratorium van de PTT bekeek digitale telefonie. PTI (Philips Telecommunicatie Industrie) nam de problemen van optische componenten onder de loep. Het Natuurkundig Laboratorium van Philips onderzocht video-codering en de THD (TH-Delft) besteedde aandacht aan nieuwe diensten met behulp van glasvezels. Eind 1979 waren redelijke modellen gevormd en werd een laboratoriumfase van anderhalf jaar begonnen om van elk der delen de praktische realiseerbaarheid na te gaan. Toen ontstond ook het besef dat voor het samenvoegen van de delen een studie apart nodig was: de integratiestudie.

Met name het bepalen van de beste netstruktuur was een moeilijke zaak. Aan de ene kant moet een nieuwe infrastructuur goed bij de bestaande netten aansluiten. Anderzijds geeft de grote overgang naar "digitaal" en "glasvezel" de gelegenheid om een nieuwe netstruktuur op te zetten, waarbij glasvezelverbindingen tot aan het TV-toestel zouden kunnen worden gebruikt. Hoewel één vorm gekozen moest worden, blijft ook nu nog de netstruktuur een onderwerp van studie. Veel andere problemen kwamen pas aan het licht toen vanaf medio 1981 het systeem daadwerkelijk werd gebouwd. Een brede belangstelling van anderen was een stimulans om ook niet-technici van het systeem kennis te laten nemen. Dit resulteerde in een demonstratie van het gebruik van nieuwe en bestaande diensten over een digitaal glasvezelnet tussen abonnee en centrale: DIVAC.

De huidige opstelling moet beschouwd worden als een tussenfase, omdat wij nog ver van een praktische toepassing verwijderd zijn. De demonstratie-opstelling, die op 29 maart 1983 officieel door Staatssecretaris Scherpenhuizen in gebruik werd gesteld, zal blijven bestaan tot 1 april 1984.

HET DIVAC-SYSTEEM

Het DIVAC-systeem omvat een centrale en twee abonnees die ermee verbonden zijn door een stervormig netwerk van glasvezels (fig. 2). Dit sternet heeft lange armen, zoals bij het huidige telefonienet. Ieder woonhuis is rechtstreeks op de centrale aangesloten. Dit in tegenstelling tot een kabeltelevisienet, waarbij de signalen via tussenverdeelpunten van een centrale naar de abonnees lopen (fig. 1).

Door de stervorm van het net kunnen de abonnees met elkaar communiceren, maar ook toegang krijgen tot een grote hoeveelheid aan diensten vanuit de centrale.

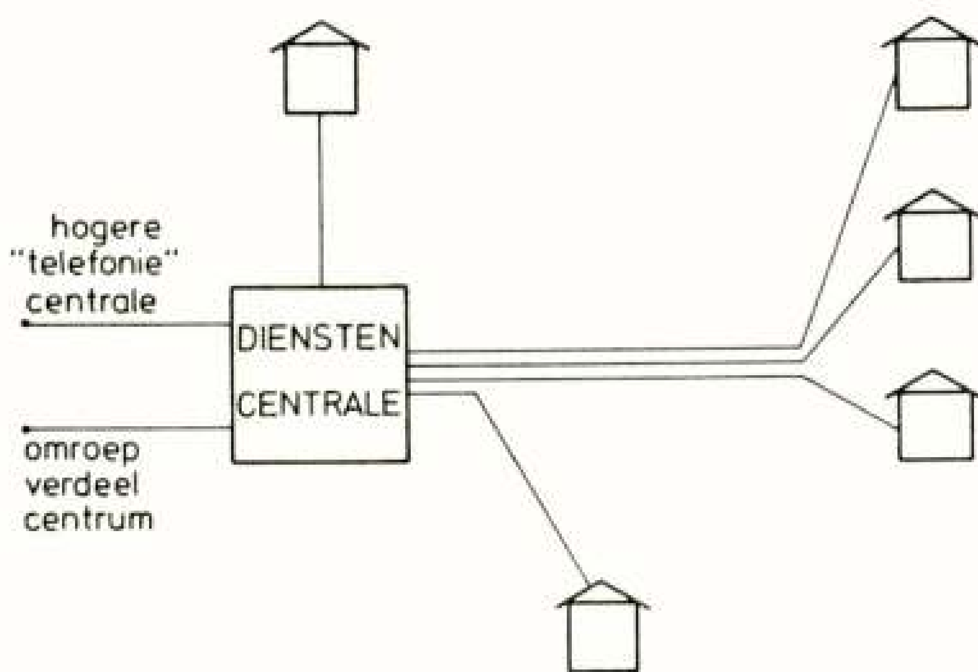


Fig. 2: Glasvezel-sternet met lange armen

Elke abonnee is in DIVAC door twee glasvezels met de centrale verbonden, waarbij in elke vezel drie informatiekanalen gebruikt kunnen worden. Dit gebeurt door drie verschillende golflengten (drie kleuren licht) (Ekkelenkamp, 1983). Met de huidige stand van de techniek is een vezel met 6 kanalen ook mogelijk.

In DIVAC wordt voor het overbrengen van de signalen dus optische transmissie gebruikt. Het verwerken van signalen gebeurt echter, veel eenvoudiger, met elektronische middelen. Een blokschema van het DIVAC-systeem staat in figuur 4. In deze inleiding worden slechts de grote blokken van deze figuur behandeld. De in de volgende artikelen in dit tijdschrift besproken subsystemen kan men door middel van figuur 4 met elkaar in verband brengen. Een vereenvoudigd blokschema is in de demonstratieopstelling op een simulatiepaneel aangebracht (zie figuur 3).

De centrale van DIVAC vormt onder andere de verbinding met de buitenwereld die gebruik maakt van analoge signalen. Daartoe is analoog/digitaal-omzetting nodig van alle gebruikte signalen. Dat gebeurt voor videosignalen, geluidssignalen en signaleringssignalen. Daarnaast zijn in de centrale ook de digitale schakelmiddelen ondergebracht, waarmee signalen tussen de gebruikers en de dienstenbronnen worden uitgewisseld. Lijncodering en omzetting naar optische signalen is vervolgens nodig voor de glas-vezeltransmissie.

Bij de abonnee bevinden zich de zogenaamde terminals, de apparatuur aan de rand van het systeem. Door het woord "terminals" wordt benadrukt dat in een geïntegreerd communicatie- en informatie-systeem de apparatuur bij de abonnee onderdeel is van het gehele systeem. Bij het ontwerpen van de terminals moet dan ook rekening gehouden worden met systeemaspecten in het transmissiedeel en het centraledeel van het systeem.

DIENSTEN

Een eerste dienst die over dit glasvezel-transmissiesysteem wordt aangeboden, is distributie van audiosignalen. Vanuit de centrale ontvangt de abonnee 31 stereo-kanalen en tevens de bijbehorende stations- en programma-identificatie. Door de digitale overdracht kan verstoring die onderweg optreedt, worden gecorrigeerd en blijft de kwaliteit behouden. De abonnee kan zelfs signalen van studiokwaliteit in huis krijgen, indien de digitale transmissie volledig vanuit de studio naar de lokale centrales zou plaatsvinden. In DIVAC vindt de analoog/digitaal-omzetting plaats in de centrale (v. Etten, 1983).

Een tweede dienst die in het DIVAC systeem wordt aangeboden, is telefonie. Het toepassen van nieuwe diensten bij telefonie vereist voor faciliteiten in huis een extra huiscentrale. Voor faciliteiten die behoren bij gesprekken met de buitenwereld is een geavanceerde telefooncentrale nodig. In DIVAC is slechts de functie van een extra huiscentrale gerealiseerd. Voor de overdracht van telefoniesignalen via de glasvezels wordt gebruik gemaakt van twee golflengten, namelijk voor de heen- en voor de terugverbinding. Daarmee heeft de abonnee vijf mogelijke telefoonkanalen, die natuurlijk ook voor data ter beschikking staan. Om een zo duidelijk mogelijk gebruik van deze grote capaciteit te demonstreren, is naast een moderne telefoon, ook een datafoon ontwikkeld. Deze combineert het gebruik een luidsprekende telefoon met een data-terminal (Groen, 1983).

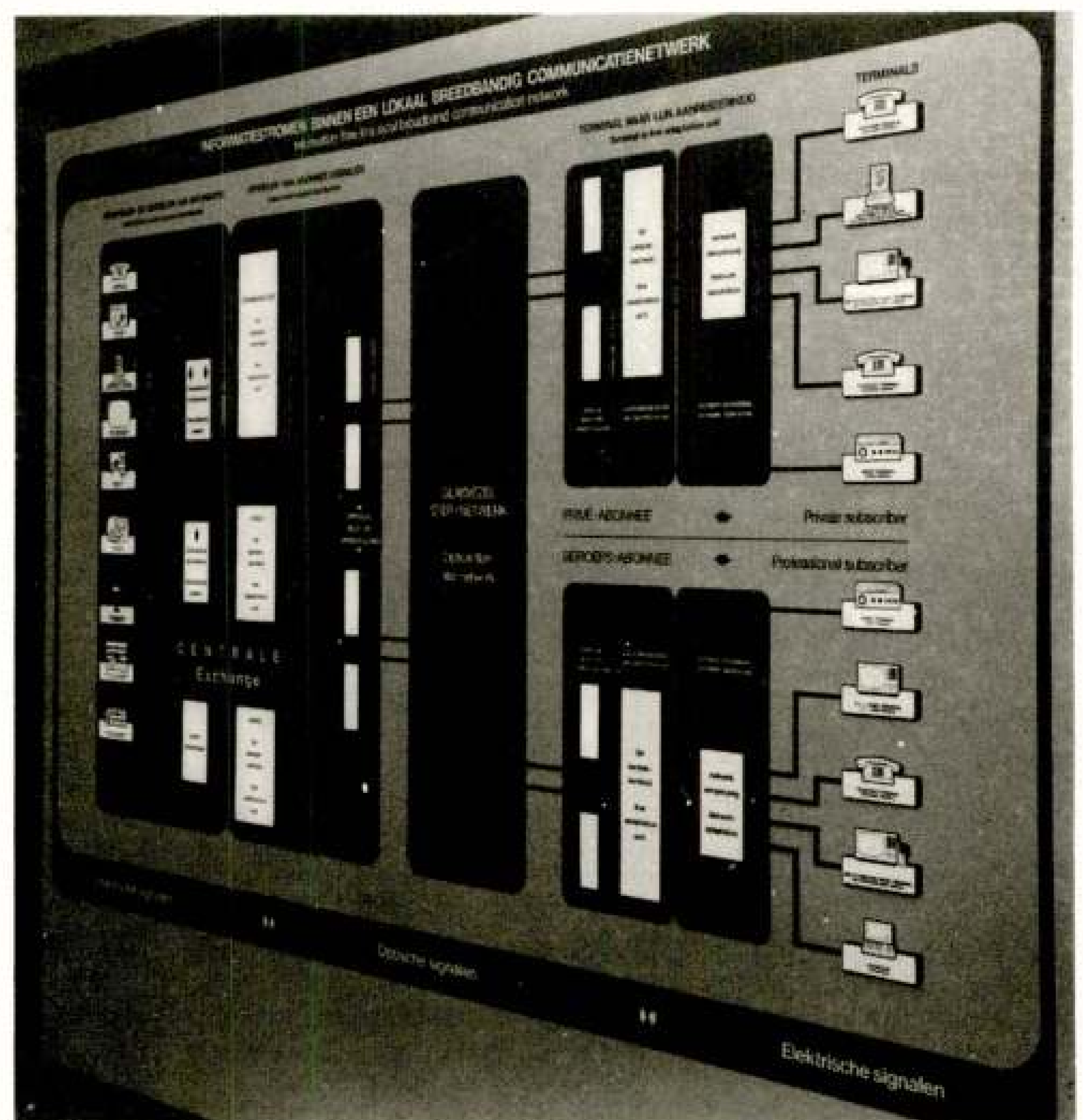


Fig. 3: Het simulatiepaneel voor de DIVAC demonstratie



TELEFOON DIENSTEN

COMMUNICATIE LIJN AANPASSING

ELEKTRONISCHE DOCUMENTATIE OPSLAG

BREEDBAND COMMUNICATIE MATRIX

VIDEOTHEEK

KIES TV MATRIX

BETAAL TV

OMROEP TV

VIDEO LIJN AANPASSING

LOKALE AUDIO

AUDIO MULTIPLEXER

OMROEP AUDIO

AUDIO LIJN AANPASSING

OPTISCHE MULTIPLEXER

5 km glasvezel in kabel

OPTISCH NETWERK

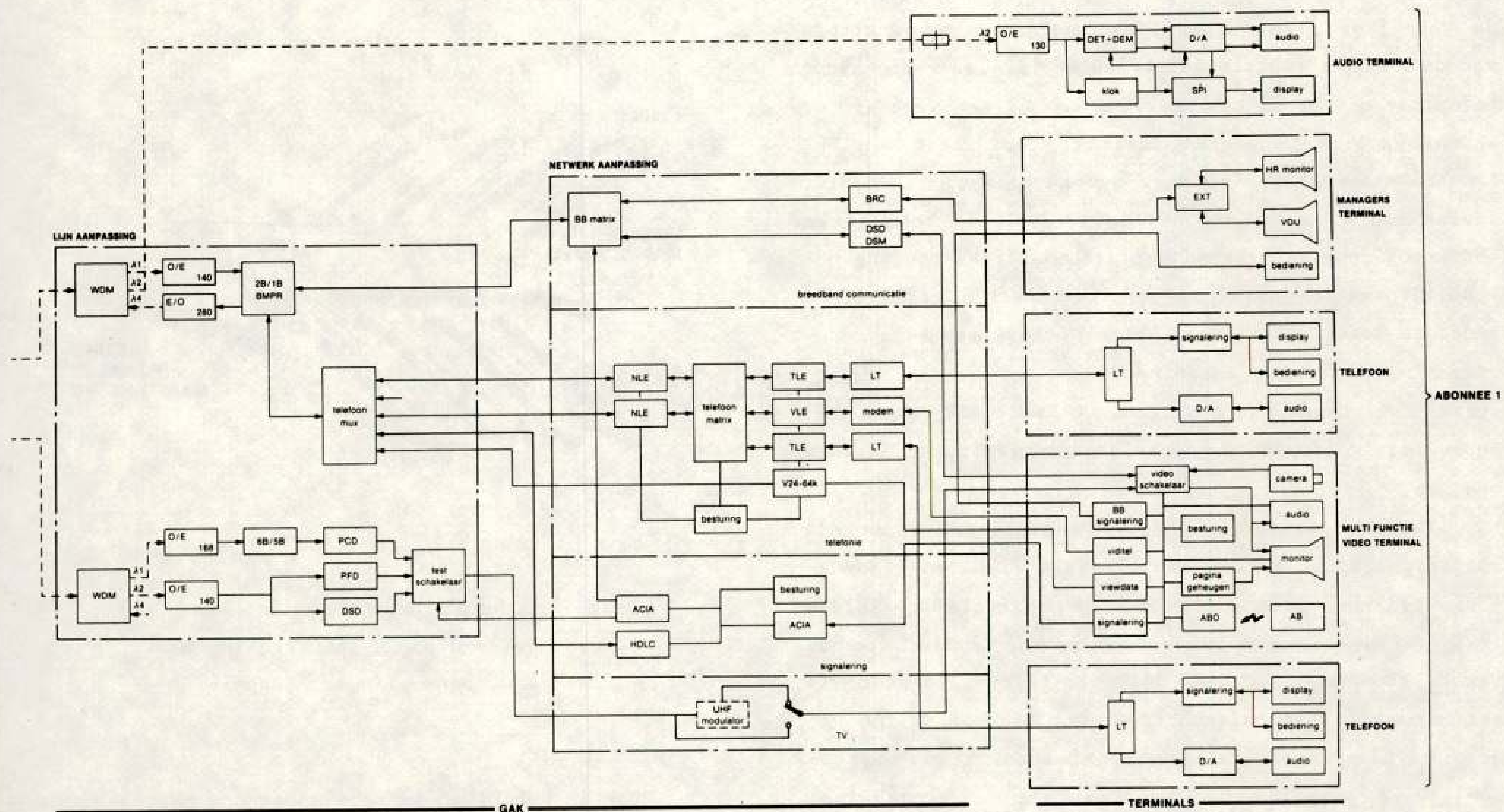
1 km glasvezel in kabel

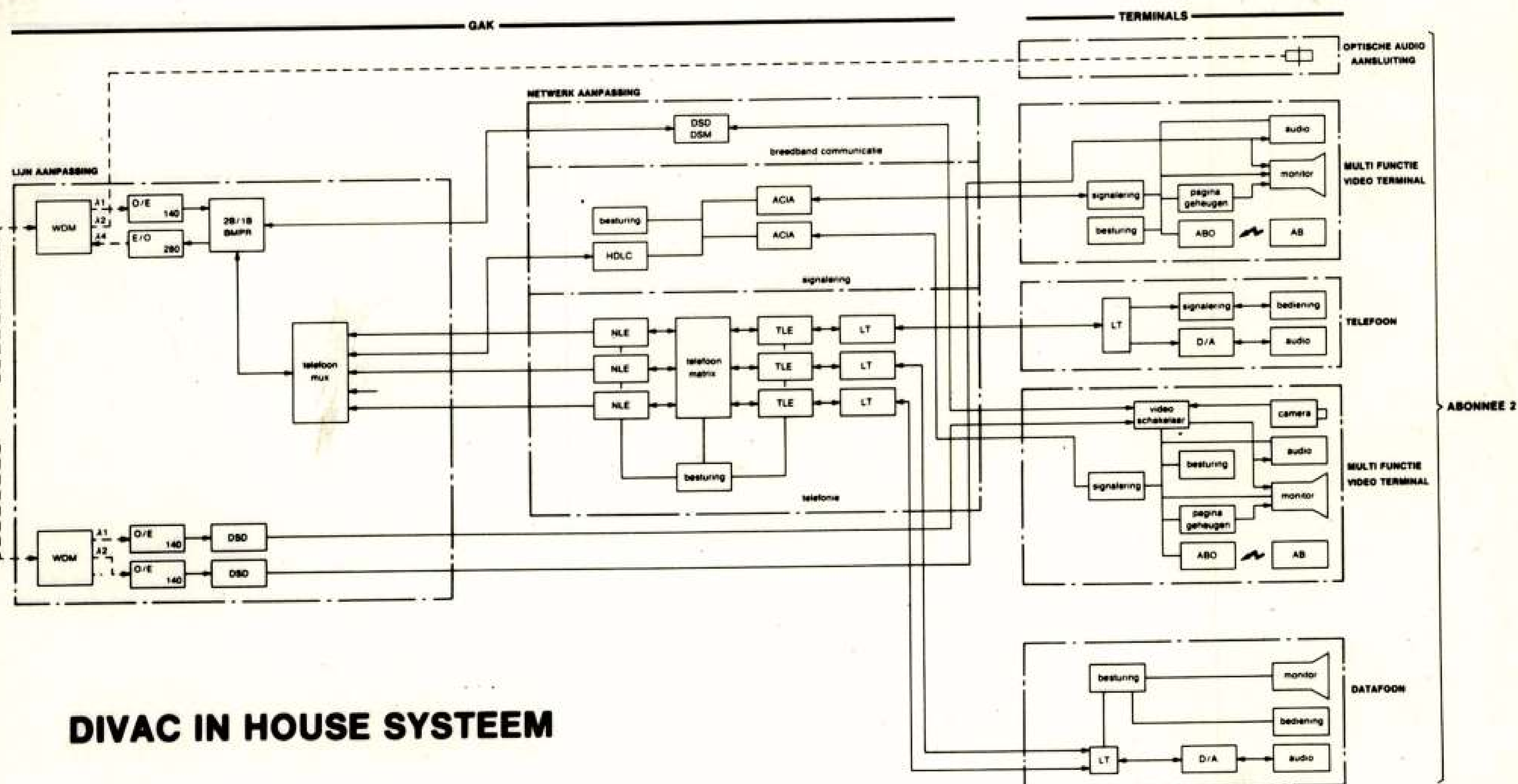
CENTRALE

afkortingen lijst

1B/2B	(lijncoder)
5B/6B	(lijncoder)
AB	AfstandsBediening
ABO	AfstandsBediening Ontvanger
ACIA	Asynchronous Communication Interface
ATmux	Audio Transmissie multiplexer
BBmatrix	BreedBand communicatie matrix
BMPR	Biphase M Partial Response lijncoder
BRC	BitRateConverter
CAI	Centrale Antenne Inrichting
D/A	Digitaal Analoog converter (PCD)
DAB	Database
DAS	Dataswitch
DET+DEM	Detector + Demodulator
DSD	Delta Sigma Demodulator (1-bit decoder)
DSM	Delta Sigma Modulator (1-bit coder)
E/O	Electrisch Optische omzetter
EXT	Extender (van Megadoc)
GAK	Gemeenschappelijke Aansluitkast
HDLC	High level Data Link Controler
HR	Hoge Resolutie
JBB	JukeBox Besturing
LT	Line Termination
LVB	LaserVision player Besturing
LVP	LaserVision Player
NLE	Net LijnEenheid
O/E	Optisch Electrische omzetter
PCD	Puls Code Demodulator
PCM	Puls Code Modulator
PFD	Puls Frequentie Demodulator
PFM	Puls Frequentie Modulator
PIA	Parallel Interface
SPI	Stations en Programma Identificatie
TFovd	Telefonie overdrager
TLE	Toestel LijnEenheid
Tel.mux	Telefonie multiplexer
V24-64k	(data formaat omzetter)
VCR	Video Cassette Recorder
VDU	Video Display Unit
VLE	Viditel LijnEenheid
WDM	Wavelength Division Multiplexer/demultiplexer

Fig. 4: Blokschema van de in het DIVAC systeem geintegreerde diensten, transmissie- en signaleringssubsystemen





DIVAC IN HOUSE SYSTEEM

Voor de overdracht van videosignalen naar de abonnee is in DIVAC een systeem van kiestelevisie opgenomen. Dit betekent dat de abonnee alleen dat kanaal (of die kanalen) thuis krijgt dat hij zelf gekozen heeft. Het schakelen van het kanaal gebeurt in de centrale op commando van de gebruiker. Voor de omroepkanalen merkt de gebruiker geen verschil in bediening ten opzichte van de huidige televisiedistributie (c.a.s.). Bij kiestelevisie echter is het mogelijk om uit een veel groter aantal kanalen te kiezen, daar de capaciteit van het transmissiesysteem niet meer het kanaalaanbod bepaalt. Tevens kan elke abonnee een individuele keuze doen en wordt ook de mogelijkheid van afzonderlijke toegang tot videoinformatie geschapen. De videotheek (Stijl, 1983) geeft de mogelijkheid naar keuze speelfilms, kinderprogramma's, musicals, encyclopedische informatie of interactieve cursussen te volgen. De kwaliteit van de videobeelden wordt echter bepaald door die van de analoge bronnen.

Vòòr het overbrengen door de glasvezel worden de analoge signalen omgezet in digitale signalen (Roetering, 1983) en deze worden door de digitale schakelmatrix over de abonnees verdeeld (Coenen, 1983). De keuze van de abonnee wordt naar de centrale overgebracht via een kanaal in het telefoniesysteem. De behandeling van deze signaleringssignalen wordt besproken bij de beschrijving van de werking van de video-terminal (v. Diggele, 1983). In DIVAC heeft iedere abonnee twee televisie-aansluitingen, maar een uitbreiding is mogelijk.

Het gebruik van glasvezel opent de mogelijkheid ook breedbandcommunicatie te realiseren. Dit houdt in dat videosignalen zowel van als naar de abonnee gaan. Een toepassing hiervan is natuurlijk de beeldcommunicatie: telefoneren en daarbij elkaars gezicht zien. Maar andere toepassingen zijn ook mogelijk zoals het versturen van eigen video-opnamen en het versturen van programma's door iedere abonnee naar de centrale, waarna deze over alle andere abonnees kunnen worden verdeeld. Voor aktuele lokale omroep is deze laatste toepassing van belang. Een tweede toepassing van breedband-communicatie vormt de archiefterminal. Dit is een huisaansluiting op het electronische bedrijfsarchief "MEGADOC" (de Vos, 1980), waarbij documenten die op facsimilé-wijze ieder met vier miljoen beeldpunten op een optische plaat zijn opgeslagen, kunnen worden opgezocht. Daartoe staat de gebruiker een documentatiecomputer ter beschikking. De digitale signalen vanuit dit archief moeten echter eerst op "DIVAC-standaard" worden gebracht (Roetering, 1983).

NAAR EEN INFORMATIEMAATSCHAPPIJ

Bij het bouwen van het DIVAC-systeem als laboratoriummodel van een infrastruktuur, bleek dat ook vele niet-technische problemen aan de orde kwamen, problemen die bij een echte realisatie door anders geschoolde mensen en groepen zouden worden opgelost. Wij zijn op een weg naar een informatiemaatschappij. DIVAC laat hiervan in de eerste plaats een aantal technische mogelijkheden zien (figuur 5).

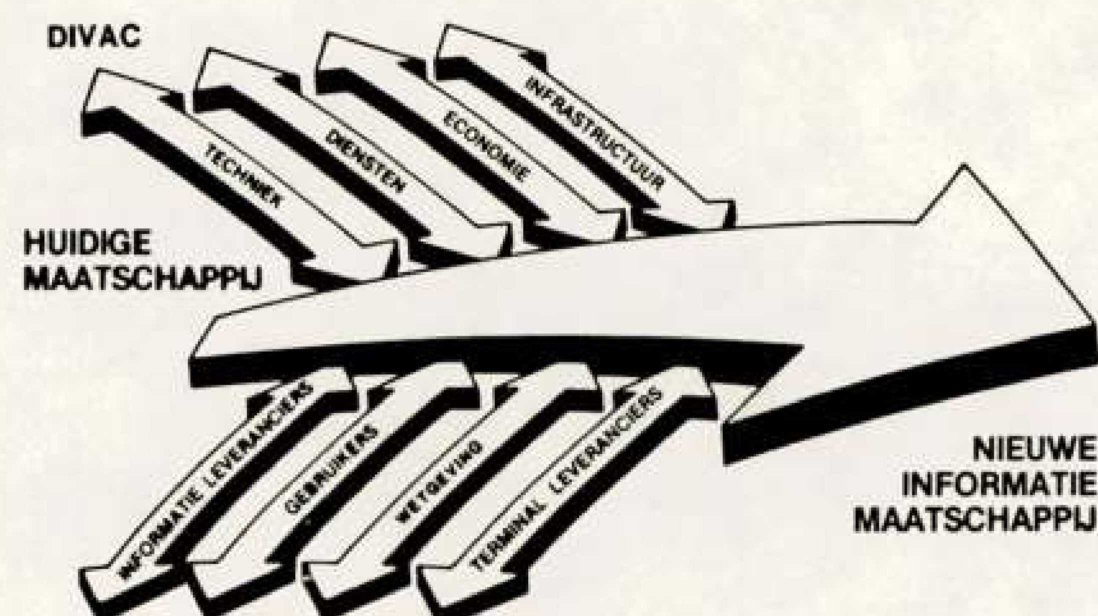


Fig. 5: Veel groepen en disciplines zijn van invloed op de ontwikkeling naar een informatiemaatschappij

Maar in het DIVAC-systeem moest ook het dienstenpakket worden vastgelegd. Welke diensten worden er geleverd? Hoe worden straks deze diensten beheerd en door wie gebeurt dat?

Ook moesten we zelf voor onze informatie zorgen. Omroepkanalen worden nu al verzorgd, maar wie levert straks betaal-TV, wie beheert de publieke video-databank en hoe kan men met één apparaat met zowel de giro-computer als met de nieuwsdienst communiceren? De informatieleveranciers moeten straks tijdig op deze vragen reageren en er tevoren rekening mee houden. Natuurlijk zal de ontwikkeling hier gelijke tred moeten houden met wat de gebruikers willen; de techniek moet niet een informatiestruktuur opdringen.

In het DIVAC-systeem is gekozen voor een glasvezel-sternet. Dit heeft het voordeel dat flexibel op mogelijke toekomstige ontwikkelingen kan worden gereageerd. Ook als men de toekomst echter anders beziet, moet de infrastruktuur onderwerp van studie zijn.

De gebruiker moet de diensten gemakkelijk kunnen gebruiken. Ook bij een grote hoeveelheid diensten moet de gebruiker de apparatuur gemakkelijk kunnen hanteren. De terminal-leverancier moet de apparatuur ontwerpen in samenwerking met andere betrokkenen. Moeten veel diensten in één apparaat gecombineerd worden of krijgt iedere dienst zijn eigen apparaat?

Ook de wetgeving is van essentieel belang in deze ontwikkeling. Voorbeelden zijn de omroepwet en de privacy-wetgeving.

De meeste invloed op de evolutie naar de informatiemaatschappij moet uiteindelijk de gebruiker hebben. Het is bijzonder moeilijk te voorspellen of een nieuwe dienst aanslaat of slechts een tijdelijke modegril is. Van belang daarbij is onder meer de tariefstruktuur van de nieuwe diensten. Ook het bedieningsgemak is daarbij belangrijk. De gebruiker moet vlot zijn weg kunnen vinden in een veelheid van nieuwe en bestaande diensten, of hij ze nu vaak gebruikt of af en toe.

Veel diciplines en groepen zijn van invloed op een nieuw informatie- en communicatie-systeem. De DIVAC-demonstratie vormt een zichtbare en concrete aanzet voor de gedachtenvorming. Vanuit allerlei richtingen in onze samenleving komen dan ook groepen belangstellenden de demonstratie bijwonen en daarover discussiëren. De technische inbreng vanuit DIVAC vormt een begin van een verdere bewustwording, opdat het duidelijker wordt in welke richting onze samenleving misschien gaat.

REFERENTIES

(1) Ekkelenkamp, H.
"Aspecten van digitale glasvezelverbindingen in DIVAC", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(2) Etten, W.C v.
"Audiodistributie in het DIVAC "in-house" systeem", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(3) Groen, H.B.
"64 kb/s communicatie", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(4) Stijl, M.
"De Videotheek", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(5) Roetering, R.L.J.
"A/D conversie van videosignalen en lijncodering", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(6) Coenen, A.J.R.M.
"Het ontwerpen van een digitale breedband schakelmatrix", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(7) Diggele, J.v.
"Terminals en signalering", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr. 5, 1983

(8) Vos, J.A. de
"MEGADOC, een modulair systeem voor elektronisch behandeling van documenten".
Philips Techn. Tijdschrift 39, 341-357, 1980.

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(314e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingendag op woensdag 25 mei 1983 in het gebouw van de Afdeling Elektrotechniek van de Technische Hogeschool te Delft.
Thema: MICRO-ELECTRONICA: KAN HET MIDDEN- EN KLEINBEDRIJF DE UITDAGING AAN?

PROGRAMMA:

9.45 uur:	Ontvangst en koffie.
10.15 uur:	Drs. B.J.M. Giesen (Directoraat Generaal Industrie, Min. Ec. Zaken) MICRO-ELECTRONICA EN DE OVERHEID.
10.45 uur:	Hr. H.F. van Ingen (Van Walbeek B.V.) AUTOMATISCHE DEUREN, COMPUTERGESTUURD.
11.15 uur:	Koffiepauze.
11.40 uur:	Prof. Dr. Ir. P. Dewilde (TH-Delft) MICRO-ELECTRONICA: SYMBIOSE UNIVERSITEIT EN BEDRIJFSLEVEN?
12.10 uur:	Lunch.
13.30 uur:	Ing. C.P.J. Boeder (Centrum Micro Electronica, TNO Delft) MANAGEMENT EN MICROELECTRONICA; DE ONTWIKKELINGSSTRATEGIE.
14.00 uur:	Ir. W. Jouwsma (Bronkhorst High-Tech B.V.) HET VERRICHTEN VAN GASMETINGEN - HOE IS HET NU EN HOE GAAT HET WORDEN MET DE MODERNE ELECTRONICA?
14.30 uur:	Theepauze.
14.50 uur:	Hr. J. Bouma (Van Rietschoten en Houwens B.V.) INDUSTRIËLE BESTURINGEN VAN RELAIS TOT MICRO.
15.20 uur:	Paneldiscussie.
16.00 uur:	Sluiting.

De micro-electronica biedt enerzijds vele mogelijkheden - zoals kleine afmetingen, geringe dissipatie, waardoor toepassing in meer produkten mogelijk wordt en tevens interessante nieuwe funkties en produkten kunnen worden gerealiseerd - doch vereist anderzijds grote investeringen, zowel in specialistische kennis, als in apparatuur, software marktkennis, enz. De vraag zal worden behandeld of het midden- en kleinbedrijf in staat is deze problemen het hoofd te bieden.

Aanmelding voor de lezing en de lunch dient te geschieden **voor 20 mei 1983** door middel van de aangehechte kaart, volledig ingevuld en gefrankeerd met een postzegel van 50 cent.

Voor leden van IEEE, NERG, KIvI en studenten is de entree gratis. Introduce's dienen bij registratie een entreeprijs van *f* 10,00 te voldoen.

Reservering van de lunch vindt slechts plaats indien voor 20 mei 1983 een bedrag van *f* 15,00 is bijgeschreven op postrekening 3099125 van de penningmeester IEEE Benelux Sectie te Waalre onder vermelding van "Micro-Electronica".

De TH-Delft is bereikbaar per auto via de autosnelweg Den Haag-Rotterdam vv. Via de afrit Delft-Zuid volgt men de richting naar de TH-wijk, zoals aangegeven door middel van ANWB-borden. De TH-Delft is bereikbaar per openbaar vervoer vanaf station Delft door middel van buslijn 63.

Namens de samenwerkende verenigingen
Dr. Ir. T.A.C.M. CLAASEN
tel: 040-742131

Eindhoven, april 1983

ASPECTEN VAN DIGITALE GLASVEZELVERBINDINGEN IN DIVAC

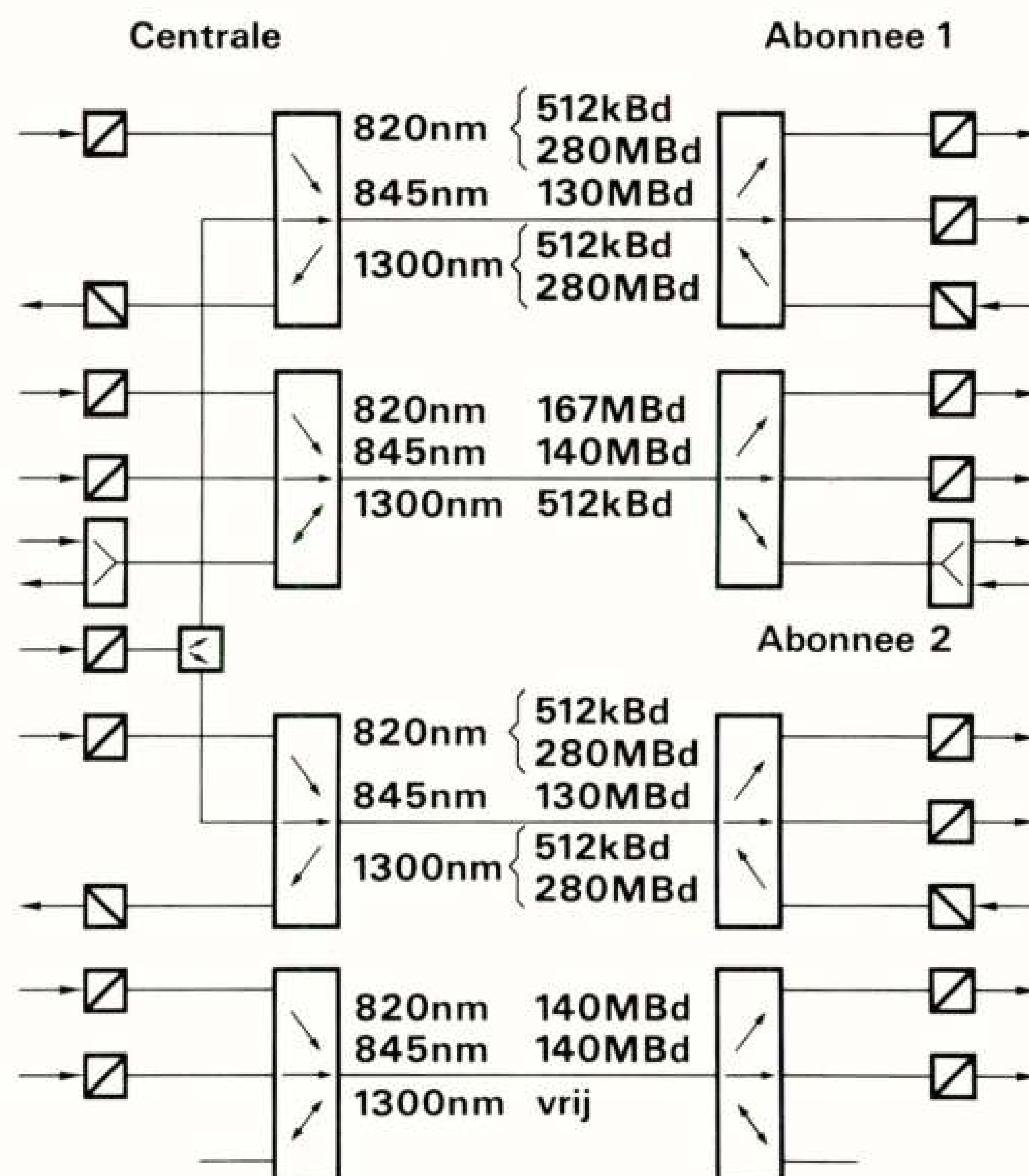
ir. H. Ekkelenkamp

Dr. Neher Laboratorium, PTT

For transmission in the DIVAC local network experiment between two subscribers and the exchange, use is made of two optical fibres of nominal 5 km length for each subscriber. The transmission of audio, video, telephony and control signals is possible by means of wavelength division multiplexers, optical splitters and bidirectional couplers. Three wavelengths - 820 nm, 845 nm and 1300 nm - are available; the last wavelength is used in two directions. The symbol rates on the fibres are 512 kBd, 130 MBd, 140 MBd, 167 MBd and 280 MBd. By means of optical connectors and patch pannels different fibre lengths can be chosen; this gives a very flexible set up.

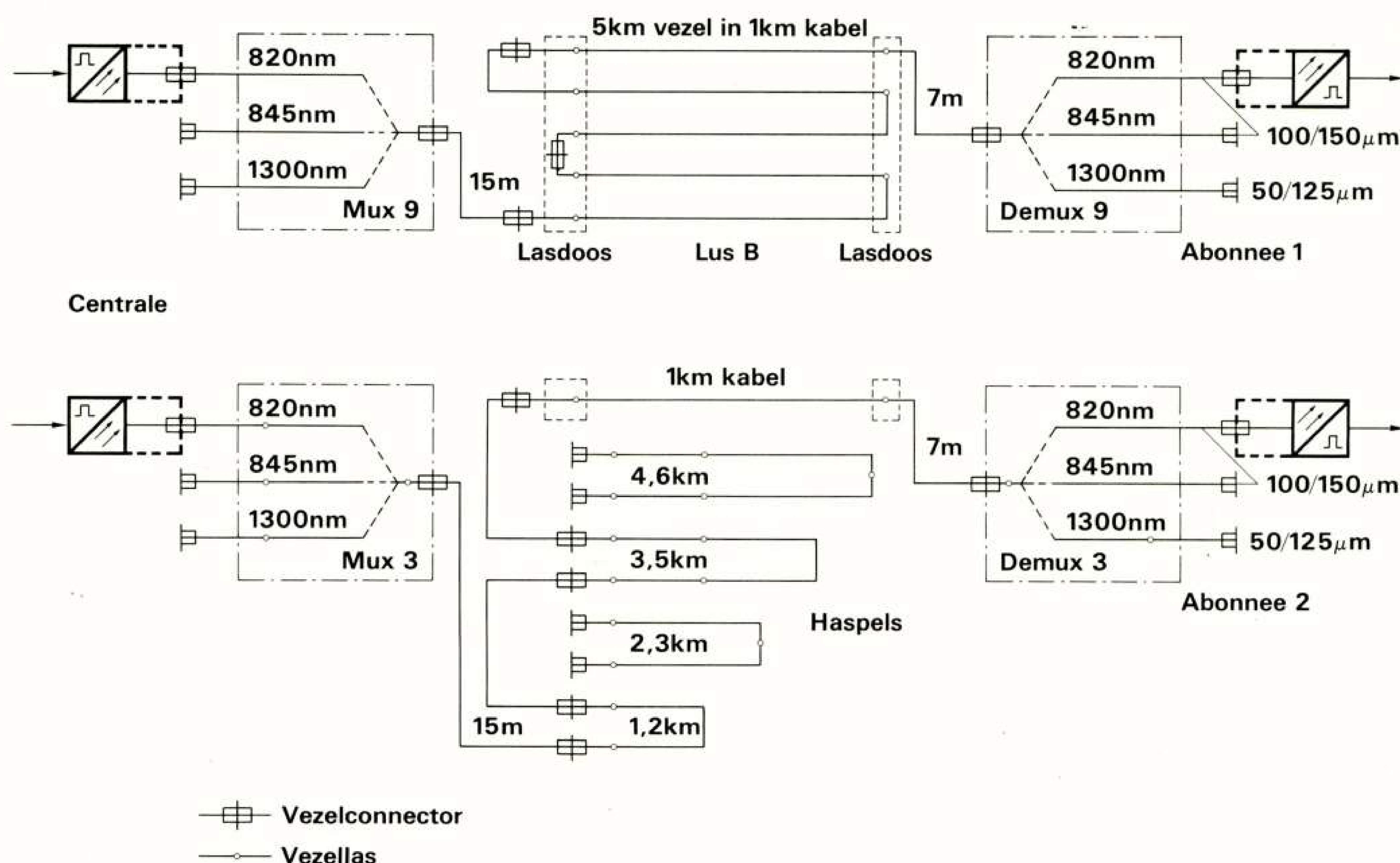
1. OPZET EN GEBRUIK VAN DE VEZELVERBINDINGEN TUSSEN CENTRALE EN ABONNEE

Voor de transmissie van de digitale signalen tussen de centrale en de twee abonnees in het DIVAC-project is gebruik gemaakt van glasvezels. Met twee multimode graded index glasvezels van 50/125 µm per abonnee, zijn vier vezels van ca. 5 km nodig. Voor de benodigde transmissiecapaciteit bij digitale signaaloverdracht is op elke vezel golflengte-multiplexing toegepast. Er is gebruik gemaakt van halfgeleider laserdiodes met golflengtes van 820 nm en 845 nm voor de transmissie van de centrale naar de abonnees. Zowel lasers als lichtemitterende diodes (LED's) bij een golflengte rond 1300 nm, worden gebruikt voor transmissie van abonnee naar centrale of voor gelijktijdige tweerichtingstransmissie tussen abonnee en centrale. De gebruikte golflengte-multiplexers en -demultiplexers hebben daarvoor de mogelijkheid om bij 1300 nm in twee richtingen gebruikt te worden. Voor de transmissie van videosignalen zijn systemen met verschillende coderingsmethoden aanwezig. Daardoor komen seinsnelheden voor van 140 MBd, 167 MBd en 280 MBd. Voor audiodistributie wordt vanuit één zender met een vermogenssplitser het gestapelde audiosignaal met een seinsnelheid van 130 MBd gelijk naar beide abonnees gezonden. De laagfrequent telefonie, de besturingssignalen voor selectie van videoprogramma's en de dataverbindingen zijn ondergebracht in 512 kBd kanalen. De tweerichtingstransmissie bij 1300 nm vindt plaats met optische vorken waarbij in de ontvanger echo-onderdrukking is opgenomen. In figuur 1 is een overzicht van de verschillende seinsnelheden en bijbehorende golflengtes gegeven.
De vezelverbindingen tussen de optische zender, de multiplexer, de 5 km vezel, de demultiplexer en de optische ontvanger, zijn uitgevoerd met vezelconnectoren. Er is gebruik gemaakt van een kabel van 1 km waarin 12 vezels zijn opgenomen. Door aan begin en eind van de kabel enkele vezels door te lassen, zijn twee vezellengtes van 4 km gemaakt. Voor de laatste kilometer vezel naar de abonnees is steeds gebruik gemaakt van één van de vier overblijvende vezels uit de kabel. Eén abonnee is (met twee vezels) via de vezellussen in de kabel met totaal ca. 5 km vezel op de centrale aangesloten. De andere abonnee is (met twee vezels) aangesloten via de 1 km vezel in de kabel en enkele haspels waarbij de vezellengte met een stekerpaneel uit verschillende haspellengtes gekozen kan worden. In figuur 2 is een voorbeeld van de verbinding tussen abonnees en centrale gegeven. Abonnee 2 is hier via ca. 5,7 km vezel aangesloten. Om bij abonnee 1 ook flexibel andere routes te kunnen kiezen, is in elke 4 km lus halverwege de kabel nog een extra connector opgenomen. Het aantal connectoren in de verbinding



FIGUUR 1 : Overzicht van de glasvezeltransmissie tussen abonnees en centrale.

bedraagt daardoor minimaal 7. Het aantal lassen in de verbinding varieert van 9-11 (Bij de audioverbinding via de vermogenssplitser komen nog enkele extra connectoren en lassen voor). De vezels uit de demultiplexer voor de 820 nm en 845 nm kanalen zijn stepindex vezels met een kern/manteldiameter van 100/150 µm. De laatste connector op de ontvanger is daarvoor aangepast. De connectordemping voor de 50/125 µm vezels bedraagt (droog) 0,7 ± 0,3 dB, hoewel incidenteel ook wel lagere dempingen zijn gemeten (door het opheffen van de Fresnel-reflecties bij vlak gepolijste vezeleinden in de connector). Bij de 100/150 µm stepindex vezels is de connectordemping 0,6 ± 0,2 dB. Door de connectoren is minimaal een variatie van ± 2 dB in demping mogelijk.



FIGUUR 2 : **Opzet van de glasvezelverbinding tussen centrale en abonnees.**

2. BEGRENZINGEN OP DE VEZELVERBINDINGEN

De begrenzingen bij elke golflengte worden gevormd door:

a. demping:
  - vezels (lengte, dempingscoëfficiënt, optelfactor)
  - lassen (aantal, demping per las, optelfactor)
  - connectoren (aantal, demping per connector, variatie)
  - passieve optische componenten (aantal, tussenschakeldemping, plaats)

b. bandbreedte:
  - vezels (modedistorsie, materiaaldispersie, optelfactoren)
  - bronnen (spectrale breedte, stijgtijd)

c. zendniveau:
  - LD, LED (temperatuurinvloed, spectrale eigenschappen)

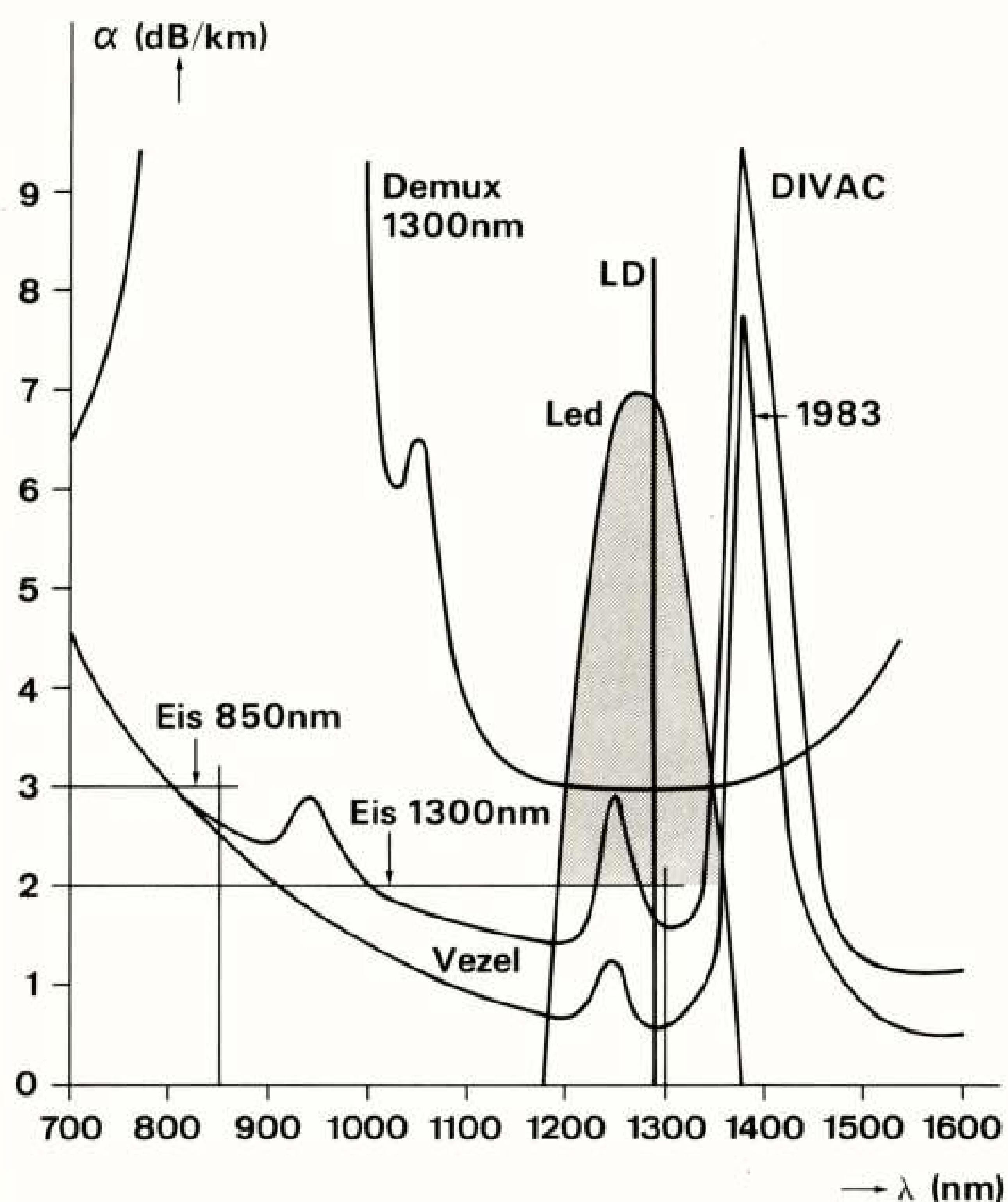
d. ontvangergevoeligheid:
  - PIN, APD (seinsnelheid, gewenste foutkans, golflengte, pulsvorm, doofverhouding van de bron, jitter, optische ruis, niveauvariatie, temperatuurvariatie)

e. gewenste marges

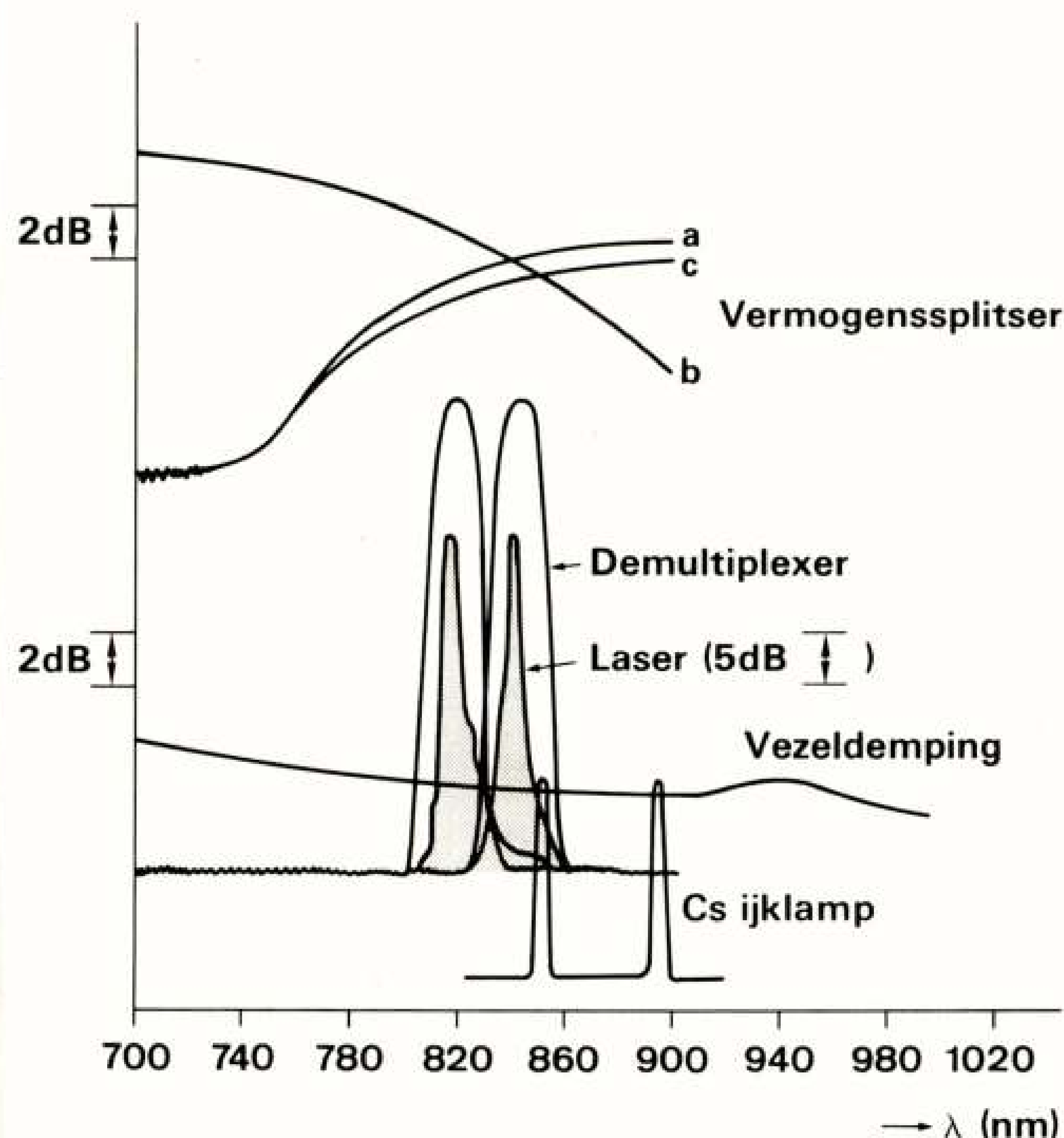
In het algemeen is de demping afhankelijk van de modeverdeling in de vezel die direct na de bron geheel anders is dan na enkele km vezels. Dit betekent dat met name de demping van de vezels en de passieve optische componenten bij verandering van de modeverdeling van de bron nogal kunnen variëren. Ook moet rekening gehouden worden met de plaats van de componenten in de route.

2.1 DEMPING

Het gemeten verloop van de vezeldemping als functie van de golflengte is voor de DIVAC-vezels in figuur 3 getekend. Hieruit blijkt dat de demping rond 850 nm lager is dan de toegestane waarde van 3 dB/km terwijl bij 1300 nm de demping lager is dan de streefwaarde van 2 dB/km. Inmiddels zijn de vezels van Philips Glas rond 1300 nm aanzienlijk verbeterd. De vezeldemping in 1983 is eveneens in figuur 3 weergegeven (gemeten juni 1983 in het Dr. Neher Laboratorium). De gebruikte Hitachi lasers werken rond 1300 nm in het dal van de dempingskarakteristiek. De gebruikte Plessey LED's hebben een zodanige spectrale breedte dat de dempingspiek bij 1250 nm na enkele km vezel een dip in het LED-spectrum te zien geeft. Omdat de pulsverbreding door materiaaldispersie rond 1300 nm minimaal is, heeft dit effect bij de seinsnelheid van 512 kBd, die voor de LED's gebruikt wordt, weinig invloed. In figuur 3 is ook de demping van het 1300 nm kanaal van de demux getekend. Rond 1300 nm blijkt de karakteristiek over een groot golflengtegebied vlak te lopen.
De vermogenssplitser die bij de audiodistributie gebruikt wordt, is geoptimaliseerd voor golflengtes rond 850 nm. Het is mogelijk het vermogen van één poort naar drie poorten a, b en c te splitsen. De golflengte-afhankelijke dempingskarakteristiek is weergegeven in figuur 4. (Voor meer gegevens wordt verwezen naar [1]).
Voor de scheiding van de golflengtes bij 820 nm en 845 nm dient de demultiplexer een grote selectiviteit te bezitten. De demultiplexer heeft daarvoor een 1 dB spectrale bandbreedte van ca. 10 nm en een 3 dB breedte van ca. 20 nm. (De gebruikte golflengtemultiplexer



FIGUUR 3 : Dempingsverloop glasvezels en 1300nm demultiplexer als functie van de golflengte.



FIGUUR 4 : Dempingsverloop van de vermogens-splitser, demultiplexer en glasvezel rond 850nm.

en demultiplexer worden uitvoerig beschreven in [2]). Er moeten daarom hoge eisen aan de golflengtes van de gebruikte Philips lasers bij 820 nm en 845 nm gesteld worden. Behalve door meetfouten kan de golflengte door temperatuurvariaties naast het optimum komen te liggen. Meetfouten zijn verkleind door gebruik te maken van een Ceasium ijklamp met golflengtes bij 852 nm en 894 nm. Door temperatuurvariaties verschuift bij lasers in het 850 nm gebied de nominale golflengte met ca. 2,5 nm per 10°C, zodat bij 30 ± 20°C rekening gehouden moet worden met ± 5 nm golflengteverschuiving. Rekeninghoudend met een spectrale breedte (3 dB punten) van de lasers van maximaal 4 nm, geldt voor de centrale golflengte van de lasers dat maximaal ± 3 nm afwijking van het optimum van de demultiplexers toegestaan is. De dempingstoename door temperatuurvariaties bedraagt in dat geval niet meer dan 1 dB. In het golflengtegebied rond 850 nm verandert de vezeldemping per km maximaal 0,1 dB per 10 nm, zodat dezelfde 5 km vezel bij 845 nm een ca. 1,2 dB lagere demping heeft dan bij 820 nm.

2.2 BANDBREEDTE

Omdat breedbandige signalen zowel bij golflengtes rond 850 nm als rond 1300 nm op de vezel voorkomen, is een tamelijk grote bandbreedte over een breed golflengtegebied vereist. Bij dotering van de vezelkern met alleen germanium kan het indexprofiel slechts over een klein golflengtegebied geoptimaliseerd worden. Dit houdt in dat dan de bandbreedte van de vezel, bepaald door modelooptijdverschillen, geoptimaliseerd is voor het gebied rond 850 nm of rond 1300 nm. (Een compromis is bij ca. 1100 nm). De toegepaste vezels zijn geoptimaliseerd rond 850 nm waar de bandbreedte door modelooptijdverschillen meer dan 500 MHz.km is. Bij 1300 nm is deze bandbreedte aanzienlijk lager (rond 400 MHz.km). Niet alleen de absolute bandbreedte is van belang maar ook de vorm van de frequentiekarakteristiek speelt een rol. Wanneer in deze karakteristiek dips voorkomen, komt dat in het tijddomein overeen met extra voor- of nalopende stoorpulsen. Dit geeft extra intersymboolinterferentie en moet dan ook zoveel mogelijk worden voorkomen.
Door modekoppeling neemt de bandbreedte van de vezel niet evenredig met de lengte af.
Een model waarmee de totale bandbreedte B van N aaneengelaste vezellengtes met bandbreedtes B_i bepaald kan worden is

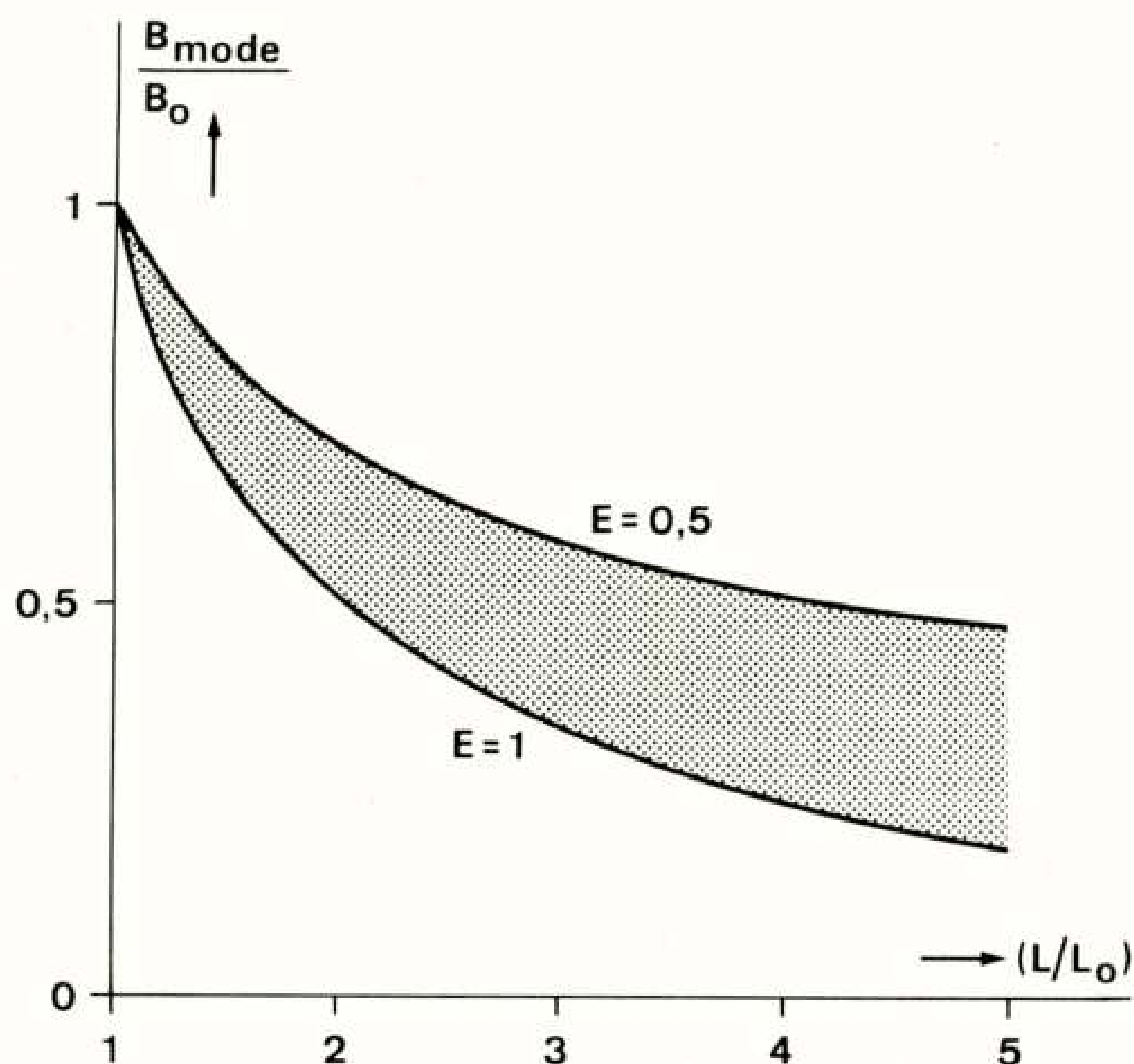
$$B^{-\frac{1}{E}} = \sum_{i=1}^{N} B_i^{-\frac{1}{E}}$$

Hierin is E een factor waarmee de modekoppeling gekarakteriseerd wordt.
Bij volledige modekoppeling is E = 0,5; zonder modekoppeling is E = 1. (Door compensatie-effecten in opeenvolgende vezels kan in dit model E < 0,5 voorkomen).
Wanneer de route met lengte L opgebouwd wordt uit gelijke vezellengtes L_0 die allen een bandbreedte B_0 hebben, dan volgt direct uit de bovenstaande sommatie

$$B = (\frac{L}{L_0})^{-E} B_0$$

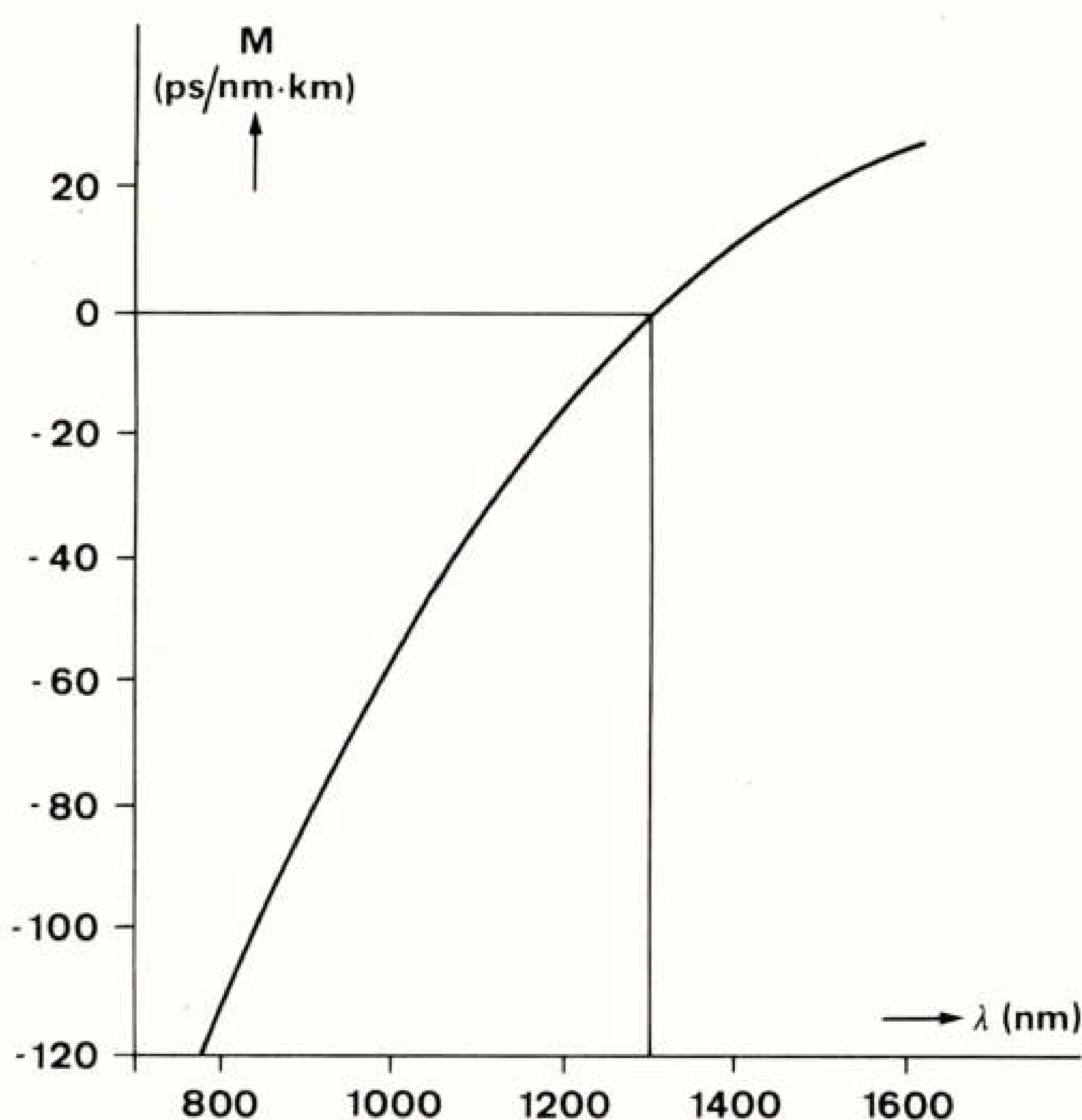
In figuur 5 is de afname van $\frac{B}{B_0}$ als functie van $\frac{L}{L_0}$ weergegeven.
Voordat de vezels aan elkaar gelast zijn, is E meestal nog onbekend. Uit metingen aan de 5 km trajecten in de kabel blijkt dat de bandbreedte B bij 1300 nm varieert van 100 tot 120 MHz. Met B_0 = 400 MHz, L_0 = 1 km en B = 100 MHz is E = 0,86, terwijl bij B = 120 MHz, geldt E = 0,75. Omdat B_0 niet voor elke vezel gelijk is, moet dit model met E factoren voorzichtig gehanteerd worden.

Een geheel andere oorzaak van pulsverbreding en daardoor bandbreedtebegrenzing, is materiaaldispersie.



FIGUUR 5 : **Bandbreedte-afname als functie van de lengte.**

't effect ontstaat door de golflengte-afhankelijkheid van de brekingsindex van de glasvezelkern. Rond 1300 nm is de invloed minimaal. Een belangrijke grootheid bij de karakterisering is de materiaaldispersie coëfficiënt M waarvan het golflengte-afhankelijke verloop voor deze vezels is weergegeven in figuur 6.



FIGUUR 6 : **Materiaaldispersie coëfficiënt als functie van de golflengte.**

Bij 850 nm is $|M| = 100$ ps/nmkm. De pulsverbreding bij een spectrale breedte van de bron $\Delta\lambda$ en een vezellengte L volgt dan uit

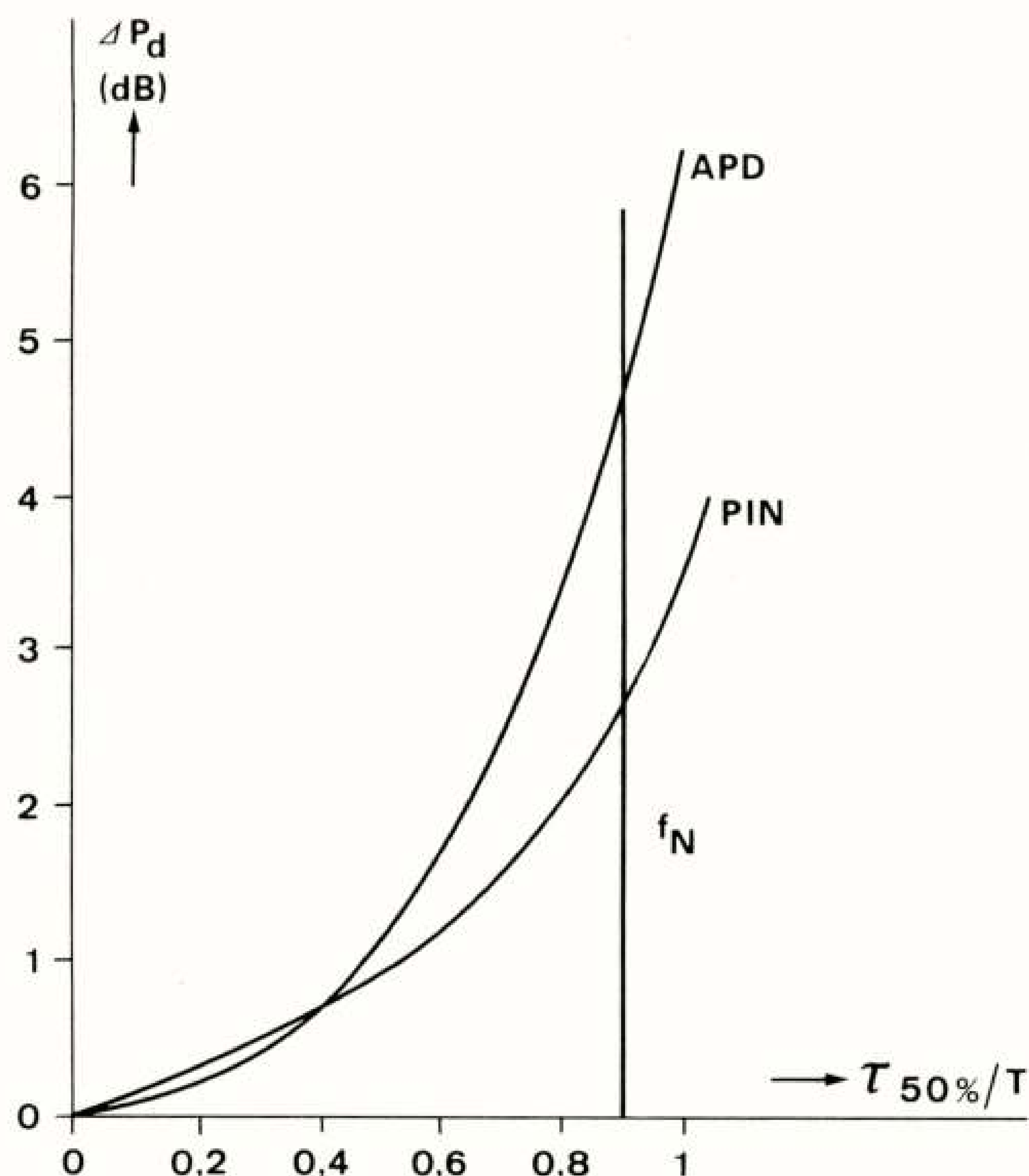
$$\tau_{mat} = |M| \cdot \Delta\lambda \cdot L$$

Met $\Delta\lambda_{50\%} = 4$ nm en L = 5 km is $\tau_{mat} = 2$ ns

Voor de totale pulsverbreding geldt

$$\tau^2_{tot} = \tau^2_{mode} + \tau^2_{mat}$$

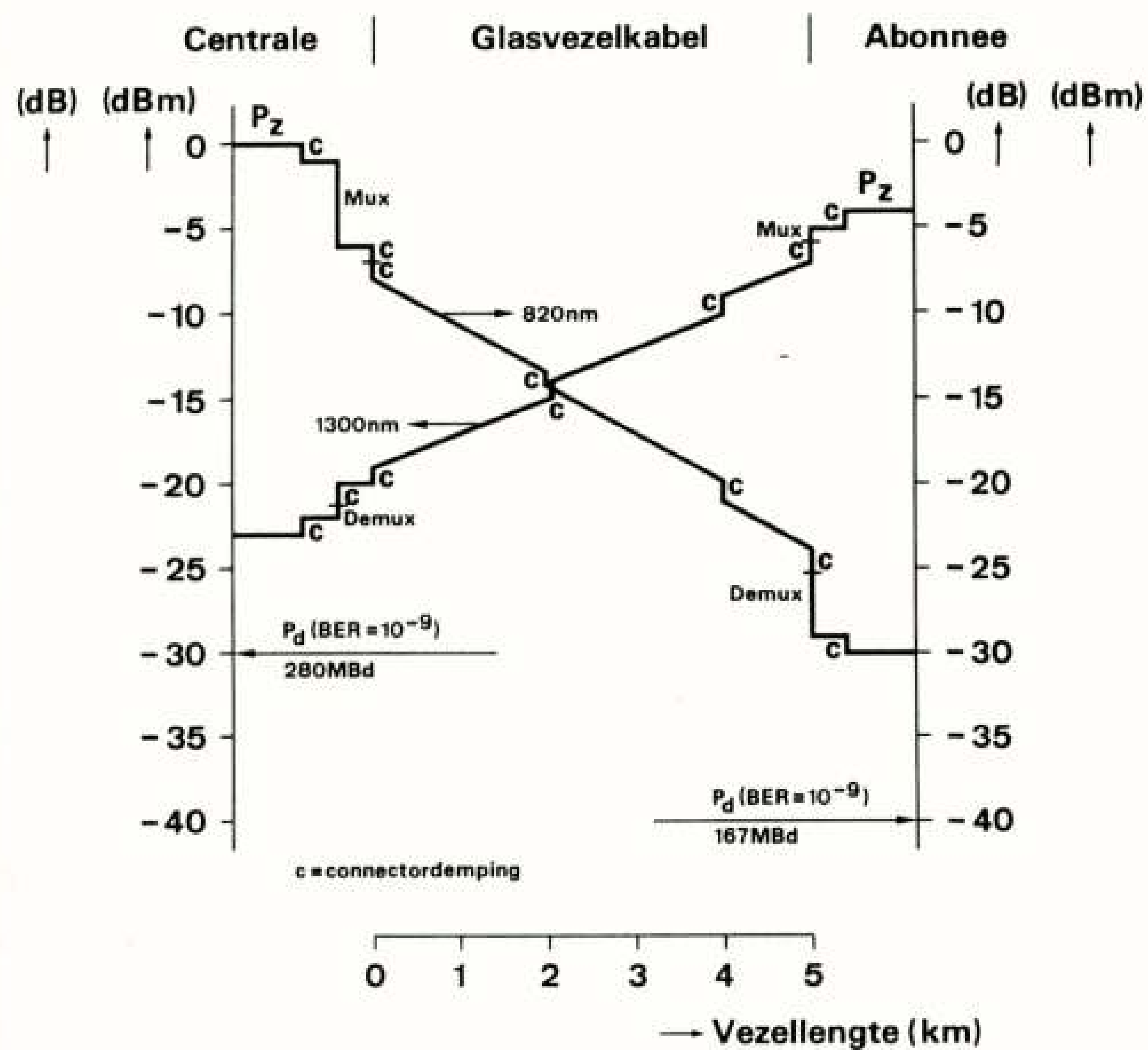
Met $B_{mode} = 120$ MHzkm is bij een Gauss-vormige frequentiekarakteristiek en impulsresponsie $\tau_{mode} = 3,7$ ns zodat $\tau_{tot} = 4,2$ ns. Deze pulsverbreding moeten we relateren aan de pulsherhalingstijd van de digitale signalen, om de invloed op de ontvangergevoeligheid na te kunnen gaan. In figuur 7 is de afname van de ontvangergevoeligheid voor een PIN en APD detector uitgezet. Bij een bandbreedtebegrenzing overeenkomend met de Nyquist-frequentie ($\tau_{50\%}/T \approx 0,9$) is ΔP_d voor een PIN ca. 3 dB en voor een APD ca. 5 dB.



FIGUUR 7 : **Afname in ontvangergevoeligheid als functie van de relatieve pulsverbreding.**

3. NIVEAUDIAGRAM

Voor elke seinsnelheid en soort detector kan zo de vermindering van de ontvangergevoeligheid bepaald worden. Uitgaande van de mogelijke zendniveaus van de beschikbare bronnen en de verschillende dempingen, kan nu het niveaudiagram voor elke verbinding getekend worden. In figuur 8 zijn als voorbeelden het diagram van de 167 MBd verbinding van centrale naar abonnee bij 820 nm en de 280 MBd verbinding van abonnee naar centrale bij 1300 nm getekend. Zoals uit deze figuur blijkt, is de marge bij 167 MBd ca. 10 dB en bij 280 MBd ca. 7 dB. Dit is voldoende voor het opvangen van niveauvariaties. Op de audioverbinding met de vermogenssplitser en de bidirectionele verbinding met de optische vorken, is de marge aanzienlijk kleiner. Vermindering van het aantal connectoren en verlaging van de demping van de passieve optische componenten zijn nog mogelijke verbeteringen.



FIGUUR 8 : **Niveaudiagram tussen centrale en abonnee.**

4. CONCLUSIES

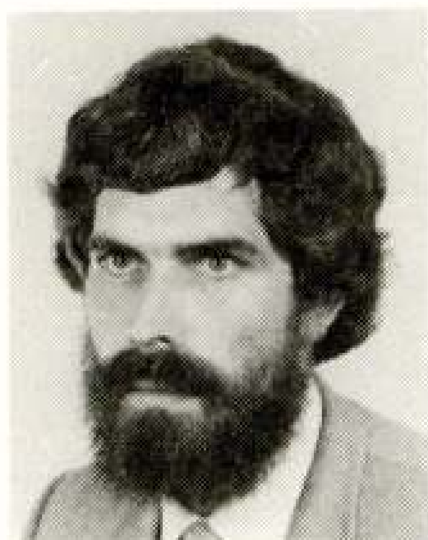
Met beschikbare vezels, bronnen, detectoren en passieve optische componenten is het mogelijk gebleken met hoge seinsnelheden tussen centrale en abonnee over ca. 5 km glasvezel bij drie golflengtes video-, audio- en telefoniesignalen te transporteren. Door de verschillende systeemdelen met vezelconnectoren aan te sluiten, is een uiterst flexibele opzet ontstaan, waarbij transmissie over verschillende vezellengtes mogelijk is. Bijzondere aandacht is besteed aan de bandbreedte voor de vezels die over een groot golflengtegebied voldoende groot dient te zijn om verlies van ontvangergevoeligheid te voorkomen. De marges in het systeem zijn voldoende voor foutloze transmissie bij alle voorkomende seinsnelheden.

LITERATUUR

[1] Matthijsse, P. en C.M. de Blok
Optical fiber power splitter with selectable splitting ratio
Applied Optics, vol 21, nr 23, Dec 1st, 1982, pp 4290-4295

[2] Koonen A.M.J. en A. Wismeyer
Optical devices for wavelength division multiplexing systems
Philips Telecommunication Review, vol 40, nr 2, July 1982, pp 102-110

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.



NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(315e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingendag op **dinsdag 21 juni 1983** in het gebouw voor Elektrotechniek, aan de **Technische Hogeschool** te **Eindhoven**, collegezaal E-Hoog.
Thema: DIVAC-PROJEKT.



PROGRAMMA

10.00 uur:	Ontvangst en koffie.	
10.15 uur:	Inleiding, **IR. J. v. d. HEIJDEN**, (Philips Natuurkundig Laboratorium): SYSTEEMOPZET VAN HET DIVAC-DEMONSTRATIEPROJEKT.	Foto 1
10.35 uur:	**IR. H. EKKELENKAMP**, (Dr. Neher Laboratorium PTT): ASPEKTEN VAN DIGITALE GLASVEZELVERBINDINGEN.	Foto 2
10.55 uur:	**DR. IR. W. C. VAN ETTEN**, (TH-Eindhoven): AUDIODISTRIBUTIE.	Foto 3
11.15 uur:	Discussie.	
11.25 uur:	Koffiepauze.	
11.40 uur:	**IR. R. ROETERING**, (Philips Telecomm. Industrie): A/D-CONVERSIE VAN VIDEOSIGNALEN EN LIJNCODERING.	Foto 4
12.00 uur:	**IR. H. B. GROEN**, (Dr. Neher Laboratorium PTT): 64 KBIT/S COMMUNICATIE.	
12.20 uur:	Discussie.	
12.30 uur:	Lunch.	
14.00 uur:	**IR. A. J. R. M. COENEN**, en C.M. v.d.Knaap (THD); HET ONTWERPEN VAN EEN DIGITALE BREEDBANDIGE SCHAKELMATRIX.	Foto 5 en 6
14.20 uur:	**IR. J. VAN DIGGELE**, (Dr. Neher Laboratorium PTT): TERMINALS EN SIGNALERING.	Foto 7
14.40 uur:	**IR. M. STIJL**, (Dr. Neher Laboratorium PTT): HET VIDEOTHEEKSYSTEEM.	Foto 8
15.00 uur:	Discussie.	
15.10 uur:	Theepauze.	
15.30 uur:	Videofilm van de DIVAC-opstelling.	
16.00 uur:	Sluiting.	





Toelichting.

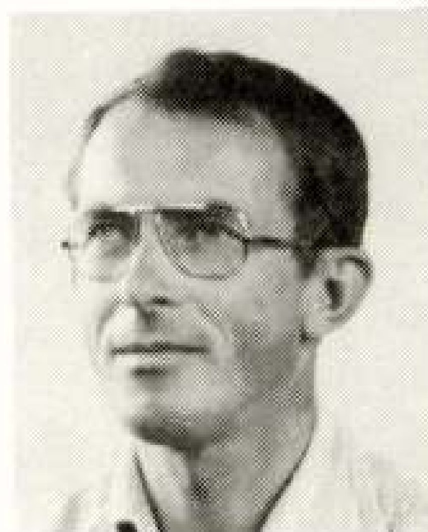
„DIVAC" staat voor Digitale Verbinding tussen Abonnee en Centrale via glasvezel. Het DIVAC-projekt is een demonstratie-projekt dat in samenwerking met PTT, THD, THE en Philips tot stand is gekomen. Het werd op 29 maart j.l. officieel in gebruik genomen. Het projekt is opgezet om ervaring op te doen met het breedbandige medium: de glasvezel, als informatie- en communicatiesysteem. In de voordrachten zal nader worden ingegaan op de systeemopzet en de conversie van audio- en videosignalen. De dag wordt afgesloten met een film, die een indruk geeft van de omvang van de gerealiseerde hardware-opstelling.



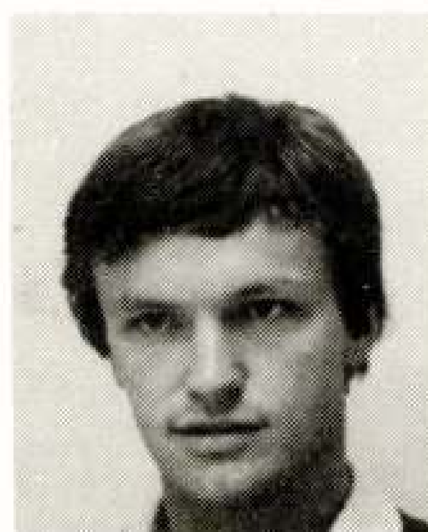
Aanmelding dient te geschieden voor 15 juni 1983 door middel van de aangehechte kaart, volledig ingevuld en gefrankeerd met een postzegel van 50 cent.
De kosten van deelname voor leden bedragen *f* 20,—, inclusief lunch.
Introducee's en niet-leden kunnen na storting van *f* 35,— eveneens aan deze dag deelnemen. Storting van het betreffende bedrag kan geschieden door overschrijving op postgiro 57.65.95 t.n.v. Penningmeester sectie Telecommunicatie te Oosterhout onder vermelding van „DIVAC".

Namens de samenwerkende verenigingen,
IR. R. C. STRATO
Tel. 070 - 782640

's-Gravenhage, mei 1983.







AUDIODISTRIBUTIE IN HET DIVAC-"IN HOUSE"-SYSTEEM

Dr. ir. W. van Etten
Technische Hogeschool Eindhoven
Afdeling der Elektrotechniek
Vakgroep Telecommunicatie.

The distribution of audiosignals in the DIVAC "in house" system. This paper gives a brief description of the distribution system for audiosignals in the DIVAC "in house" project. After an introduction the optical path for audiosignals is described. The characteristics of the audio system are given: 64 kHz sampling frequency, 14 bits quantization, 31 hi-fi stereo channels, including station and program identification. Then the set-up of the transmitter and receiver are described by means of their schematical representation.

INLEIDING

De audiodienst in DIVAC onderscheidt zich van alle overige diensten doordat het een puur distributiedienst is. Dat wil zeggen er vindt alleen transmissie van informatie plaats vanuit de centrale naar de abonnees toe. Dit in tegenstelling tot de andere diensten waar steeds, in meer of mindere mate, ook sprake is van retourinformatie van abonnee naar centrale. De abonnee krijgt op zijn audioterminal het volledige pakket audiokanalen aangeboden en de selektie van het gewenste kanaal hieruit vindt plaats in de audioterminal.

De hier beschreven audio-apparatuur is door de vakgroep Telecommunicatie van de Technische Hogeschool Eindhoven speciaal ten behoeve van het DIVAC-projekt ontwikkeld en gebouwd. Bij het ontwerp is hierbij uitgegaan van het gegeven, dat we te maken hebben met digitale, optische signaaloverdracht.

DE OPTISCHE WEG VOOR HET AUDIOSIGNAAL

De optische weg die het audiosignaal in het DIVAC-systeem volgt, is schematisch weergegeven in Fig. 1. Als lichtbron in de zender fungeert een halfgeleiderlaser die licht emittert met een golflengte van 845 nm. Het puur distributiekarakter biedt de mogelijkheid om meerdere abonneevezels tegelijkertijd van signaal te voorzien vanuit een enkele laser. Een abonneevezel heeft nl. voldoende aan ca. 0,1 mW, terwijl een laser 2 mW kan leveren. Rekenen we op een extra verlies van 3 dB in een optische splitter, dan kan één laser 10 abonnees bedienen. In het DIVAC-systeem is een splitter opgenomen die is ontwikkeld door PTT/DNL (Matthijsse, 1982). Deze splitter heeft 3 uitgangen, waarvan er in het "in house"-systeem slechts één daadwerkelijk wordt gebruikt (abonnee 1).

Na de splitter wordt het audiosignaal in een golflengtemultiplexer (WDM) samengevoegd met een tweetal signalen van andere diensten (λ_1 = 820 nm, λ_3 = 1300 nm). Deze drie optische signalen leggen vervolgens een gemeenschappelijke weg af door één graded-index-vezel ter lengte van 5 km.

Aan de abonneekant worden de golflengten, die toegewezen zijn aan de verschillende diensten, eerst gescheiden in een golflengtedemultiplexer (WDM). De WDM's zijn ontwikkeld door PTI (Koonen, 1981). Van de uitgesplitste golflengten wordt λ_2 toegevoerd aan de audioterminal. Dit is de enige terminal in het projekt met een optische ingang.

In het gehele optische trajekt treedt een demping op van ongeveer 43 dB. Aangezien de optische zender is ingesteld op 0 dBm, is het signaalniveau bij de ontvanger -43 dBm. We zullen zien dat dit ruimschoots voldoende is.

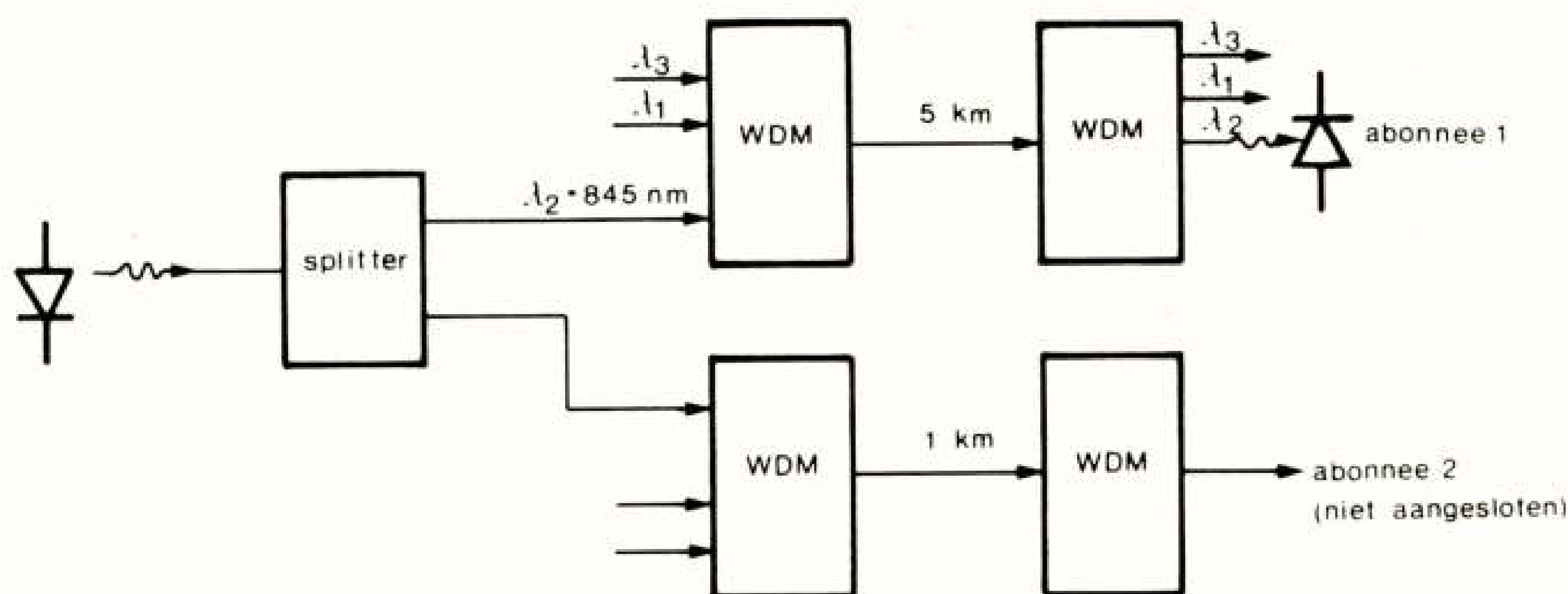


Fig. 1 : Optische weg.

KARAKTERISTIEKEN VAN HET AUDIOSYSTEEM

De audiosignalen worden A/D omgezet en PCM-gecodeerd. Vervolgens wordt het totale pakket gedigitaliseerde audiokanalen in een TDM-formaat elektrisch gemultiplexed. In de DIVAC-centrale wordt aan elk audiokanaal een stations- en programma-identificatiekanaal (SPI) toegevoegd. Kiest men met de ontvanger een bepaald kanaal, dan verschijnt de SPI-informatie van het betrokken kanaal op een display in de ontvanger.

In onderstaande tabel zijn de karakteristieke gegevens van het audiosysteem samengevat.

De compact-disc is een digitale bron, waarvan de bemonsteringsfrekwentie 44,1 kHz bedraagt. Dit is niet compatibel met de 64 kHz bemonsteringsfrekwentie van het audiosysteem. Daarom wordt de analoge uitgang van de compact-disc opnieuw A/D-omgezet en met 14-bits-PCM lineair gekwantiseerd.

Voor de kanalen die als bron een FM-tuner hebben, geldt dat de kwaliteit wordt bepaald door signalen die uit de tuner komen. Hiervoor mogen we rekenen op ca. 55 dB signaal-ruisverhouding. Bij het compact-disc-kanaal ligt dit anders. De compact-disc levert 16-bits-kwaliteit, terwijl het systeem slechts 14 bits kan verwerken. Het transmissiesysteem zal dus beperkend zijn en zorgen voor een signaal-ruisverhouding van ca. 87 dB.

DE OPBOUW VAN HET DIGITALE PCM-FORMAAT

Het frame is opgebouwd uit 16 bitgroepen van elk 63 bits. Het laatste bit van elke groep is een separatiebit. De eerste groep, die in Fig. 2 is aangeduid met FS, dient voor de framesynchronisatie. Deze groep bestaat uit 63 enen. Omdat bij de overige 15 bitgroepen het separatiebit nul is, kan de groep FS eenduidig worden onderscheiden van alle andere bitgroepen.

De tweede bitgroep bevat de meest significante bits van de 62 signalen met daaraan toegevoegd de eerder vermelde nul. De derde bitgroep bevat de op één na meest significante bits van de 62 signalen gevolgd door een nul. Dit gaat zo door tot en met de vijftiende bitgroep die de minst significante bits bevat, gevolgd door een nul. Het frame wordt afgesloten door de zestiende groep, die in Fig. 2 is aangeduid met SPI en die de 62 bits bevat voor de programma-identificatie, ook weer gevolgd door een nul.

De eerste 62 bits van de bitgroepen 2 t/m 16 zijn op de volgende wijze aan de verschillende kanalen toegevoegd. Het eerste paar bits aan het eerste stereokanaal. Daarvan het eerste bit aan het linker- en het tweede bit aan het rechterkanaal. Het volgende paar bits is aan het linker- en rechterkanaal van het tweede stereokanaal toegewezen etc. Daar de bemonsteringsfre-

Tabel I : Karakteristieken van het audiodistributiesysteem in DIVAC.

Aantal kanalen	: 31 stereo
Codering	: PCM lineair
Bemonsteringsfrekwentie	: 64 kHz
Stations- en programma-identificatie (SPI)	: 64 kb/s per monokanaal
Totale datasnelheid	: 65 Mb/s
Lijncodering	: 1B2B split-phase
Lijnsnelheid	: 130 Mb/s
Bronnen	: 14 FM-tuners, 12 bits gecodeerd
	1 Compact Disc, 14 bits gecodeerd

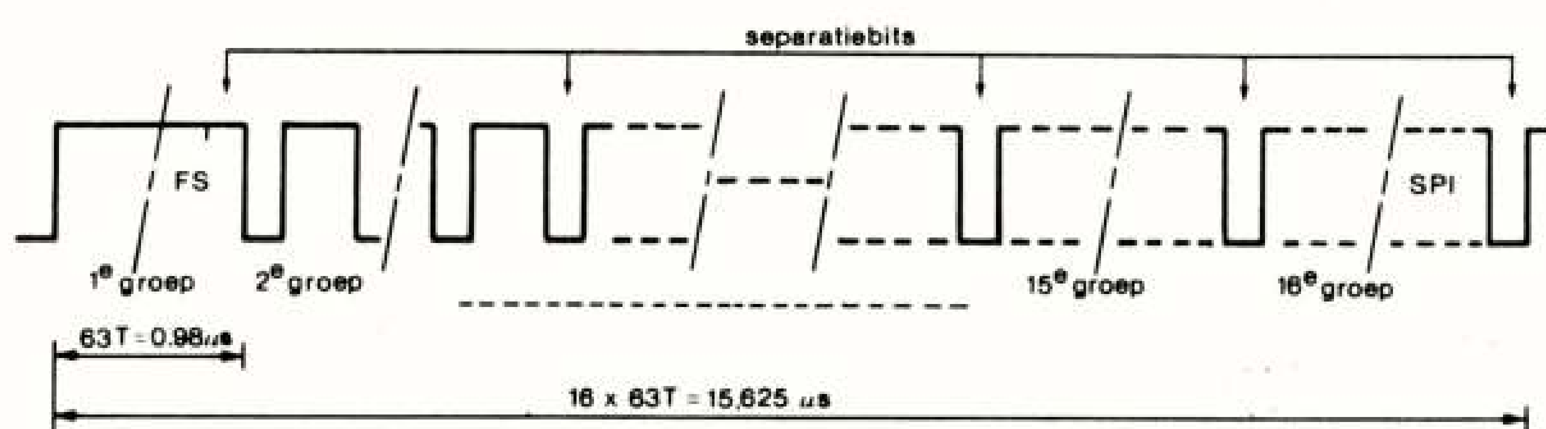


Fig. 2 : De opbouw van het frame.

kwentie 64 kHz bedraagt, volgt voor de duur van een frame het omgekeerde hiervan, zijnde 15,625 µs. Het zestiende deel hiervan is de duur van 1 bitgroep, dit is 0,98 µs. De bittijd T wordt gevonden door het drie en zestigste deel hiervan te nemen: T = 15,5 ns. De bitherhalingsfrekwentie is dan 64,512 MHz.

LIJNCODERING

Gekozen is voor een gebalanceerd lijnsignaal, zodat in de ontvanger wisselspanningsgekoppelde versterkers toegepast kunnen worden. Omdat ruim voldoende bandbreedte ter beschikking is, gezien de maximaal te overbruggen afstand van 5 km, is gekozen voor een 1B2B-codering, en wel de bifase-codering. Door deze codering wordt de lijnsnelheid het dubbele van de informatiesnelheid van het multiplexsignaal en bedraagt ongeveer 129 Mbaud. In de ontvanger wordt uit het lijnsignaal een kloksignaal van 64,5 MHz geëxtraheerd door middel van een PLL. Het bifase-signaal heeft elke bittijd een "0"-"1" overgang, zodat de PLL hier goed op kan synchroniseren.

BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN DE ZENDER

In Fig. 3 zijn in blokschema de voornaamste delen van de zender weergegeven.

Met behulp van de A/D-converters worden de 62 monosignalen, die twee aan twee de 31 stereosignalen vormen, omgezet in 62 PCM-signalen. Aan elk monosignaal kan per bemonstering één bit programma-identificatie worden toegevoegd. De 62 digitale signalen worden door de multiplexer in TDM samengevoegd.

Het multiplexsignaal wordt door de coder bifase gecodeerd. Het gecodeerde signaal wordt toegevoerd aan de optische zender. De kern van de optische zender is een halfgeleiderlaser (λ_2 = 845 nm). De binaire variaties in het gecodeerde multiplexsignaal worden omgezet in variaties in het vermogen van het door de laser uitgezonden licht. Via een pigtail aan de laser is de zender gekoppeld aan het optisch distributiesysteem. Een klokgenerator en een adresseerschakeling voor de besturing van het geheel completeren de zender.

BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN DE ONTVANGER

In Fig. 4 zijn de belangrijkste delen van de ontvanger weergegeven. In de opto-electronische omzetter O/E wordt het optische signaal geconverteerd in een elektrisch signaal en vervolgens versterkt (VER). De feitelijke omzetter is een APD waarvan de voorspanning afhankelijk van het optisch ingangsvermogen en de temperatuur door de APD-voeding geregeld wordt. Deze voeding krijgt zijn regelsignaal uit de top-top-detector (TT). Door de klokextractor (KLOK) wordt een klok van 64,512 MHz uit het versterkte signaal gewonnen. Met behulp van dit kloksignaal wordt door de detector (DET) en de decoder (DECOD) het ontvangen signaal gedetecteerd resp. gedecodeerd tot het multiplexsignaal.

In de framesynchronisatieschakeling (FRAME) wordt als responsie op elke geconstateerde framesynchronisatiegroep een puls gegenereerd. De kanaalkiezer (KAN.SEL) gebruikt deze framesynchronisatiepuls als referentie en laat de demultiplexer (DEMUX) uit het multiplexsignaal het gewenste stereokanaal selecteren.

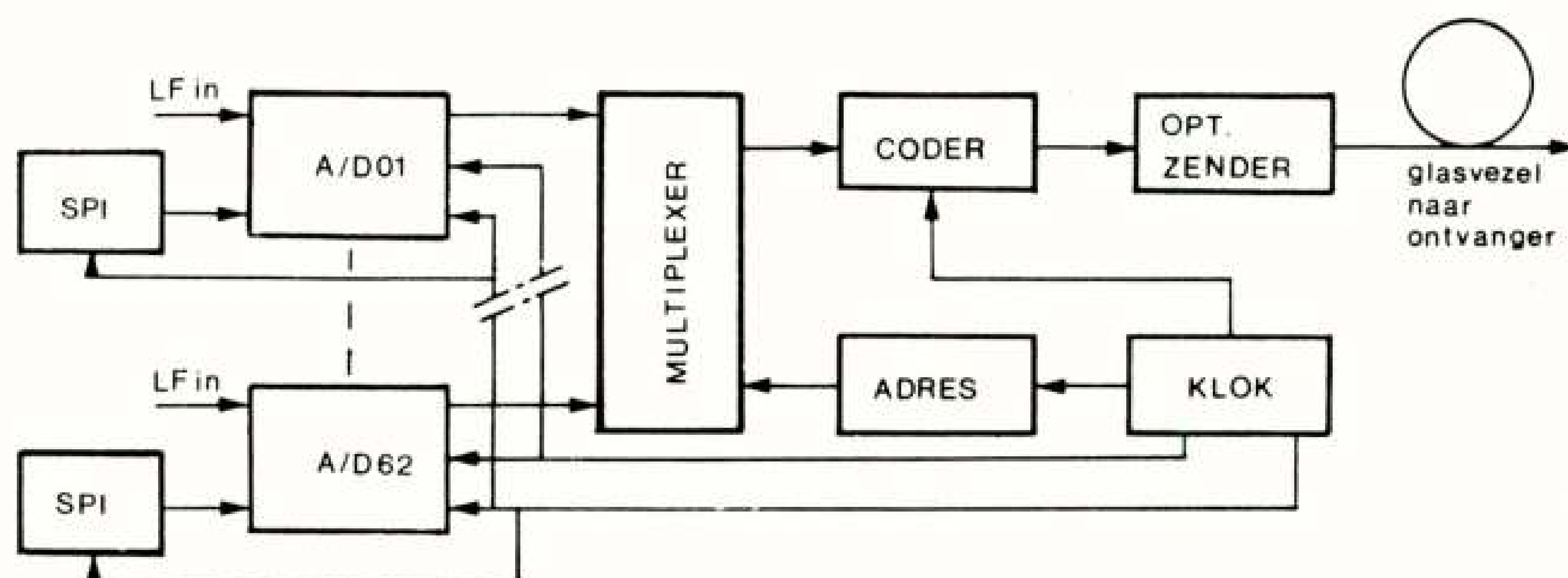


Fig. 3 : Blokschema van de zender.

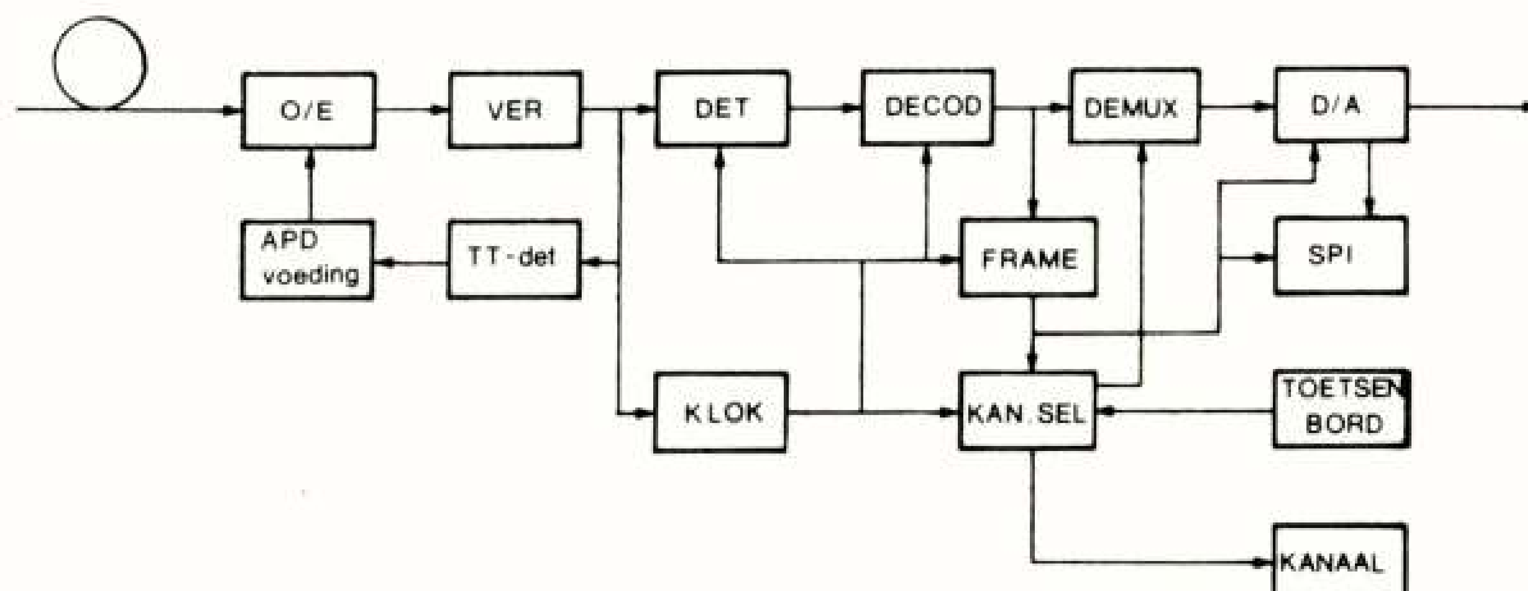


Fig. 4 : Blokschema van de ontvanger.

Dit gewenste stereokanaal kan gekozen worden met behulp van een toetsenbord (TOETSENBORD). Het gekozen kanaalnummer wordt zichtbaar gemaakt op een display. Het geselecteerde signaal wordt aan de digitaal-analoog-converter (D/A) toegevoerd evenals aan een display voor de programma-identificatie (SPI).

De ingangsgevoeligheid van de ontvanger bedraagt -53 dBm, indien de laser in het laagste niveau helemaal uitdooft. Aangezien dit met de gebruikte laser in de zender niet helemaal mogelijk is, wordt in het systeem slechts -48 dBm gehaald. Hierdoor is in het systeem nog een marge van 5 dB aanwezig.

SLOTWOORD

De beschrijving van het DIVAC-audiodistributiesysteem in dit artikel kan niet anders dan zeer beknopt zijn. Een uitvoerige beschrijving van een prototype is te vinden in (Lammers, 1980). Het gerealiseerde "in house"-systeem wijkt in essentie niet af van het prototype-systeem. Dit laatste geldt niet voor het SPI-gedeelte. Getracht wordt van het "in house"-systeem eveneens een TH-report samen te stellen.

Dank gaat uit aan allen die hebben meegewerkt aan de realisatie van het audiogedeelte van het DIVAC-"in house"-systeem: ir. T. van Groningen, ir. T. Lammers, ir. T. Langenhuizen, F. de Leyer en diverse studenten die in het kader van een TH-stage onderdelen van het systeem hebben gerealiseerd.

REFERENTIES

[1] A.M.J. Koonen,
"A compact wavelength demultiplexer using both interference filters and a diffraction grating",
Proceedings of the 7th European Conference on Optical Communication, p. 8.5,
Copenhagen: September 1981.

[2] T.M. Lammers en J.L. Manders,
"Een digitaal audio-distributiesysteem voor 31 stereokanalen via glasvezel",
TH-Report nr. 80-E-114,
Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven,
September 1980.

[3] P. Matthijsse en C.M. de Blok,
"Optical fiber power-splitter with selectable splitting ratio",
Applied Optics, Vol. 21, nr. 23, pp. 4290-4295,
1 December 1982.

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

A/D-CONVERSIE VAN VIDEO-SIGNALEN EN LIJNCODERING

Ir. R.L.J. Roetering
Philips' Telecommunicatie Industrie te Huizen

A/D conversion of video-signals and line-coding. The quality of three conversion methods for video-signals, used to adopt these signals to the glass fibre transmission medium in the DIVAC-project, are compared with each other and the C.C.I.R.-recommendations for video-signals.
Then attention is paid to code-conversion used for the transport of different high speed signals over the DIVAC glass fibre network; these are the signals of an electronic archiving system (MEGADOC), the combination of 140 Mb/s signals with 512 kb/s telephone-multiplex signals and a 140 Mb/s PCM-videosignaal.

1. INLEIDING

Zoals uit de titel blijkt zal dit verhaal uit twee delen bestaan. In het eerste deel zullen we de gebruikte video-omzettingen bekijken, die nodig zijn om video-signalen over het glasnet van DIVAC te kunnen transporteren (v.d. Heijden, 1983).

In het tweede deel zal worden ingegaan op:

a) Het MEGADOC archiveringssysteem (de Vos, 1980) en de omzetting, die nodig is om de signalen van dit systeem, die bestaan uit bytes met maximaal 13 parallel bits en een herhalingsfrequentie van 500 kbytes/s en een V24 besturingskanaal, om te zetten tot één 140 Mb/s signaal, waarmee de DIVAC abonnee bereikt kan worden.

b) De lijncodering, die gebruikt wordt om een deel van de 140 Mb/s signalen gezamenlijk met 512 kb/s telefoon-multiplex signalen over één kleur licht te kunnen overdragen (1B/2B-codering/decodering).

c) De lijncodering, die gebruikt wordt om het PCM-videosignaal over te brengen, waarbij een 5B/6B-coder/decoder wordt toegepast met een lijnsnelheid van 168 Mbd.

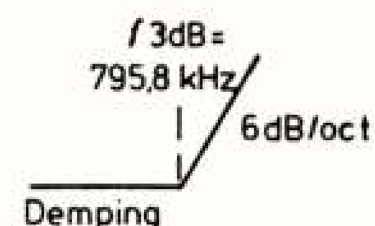
2. VIDEO-CONVERSIE

Alhoewel geen harde uitspraak gedaan zal worden welke van de drie toegepaste video-conversie methodes het beste te gebruiken is, zal toch een aantal vergelijkingen gemaakt worden, waartoe, hoe discutabel misschien danook, de regels voor thermische ruis bij analoge systemen op de quantiseringsruis bij digitale systemen zal worden toegepast. De aarzeling hierbij is, dat de quantiseringsruis niet altijd geheel random is; dit manifesteert zich b.v als lopende schuine lijntjes na PCM-transmissie met 7 signaalbits per monster, waarbij de bemonsterklok niet gekoppeld is aan de kleurendrager. Vervolgens moeten hier de ruisweegfilters volgens de CCIR-recommandatie 451 vermeld worden (zie fig. 1), waarin de gevoeligheid van het menselijk oog voor ruis van verschillende frequenties is verdisconteerd. Bij deze weegfiters zijn tevens de eisen qua S/N-verhouding vermeld, waaraan een videoverbinding bij ontvangst thuis moet voldoen in een hypothetisch luminantie-kanaal (0-5 MHz na weging) en een hypothethisch chrominantie-kanaal (3,03-5,83 MHz), waarbij als referentie het video-vermogen S_{video} wordt gebruikt.

$$S_{video} = (\text{zwart-wit afstand})^2$$

(Afgezien is van het gebruik van de nieuwe Rec.567 (CCIR,1982),daar bij twee van de te bespreken video-conversies het ruisspectrum tussen 1 en 5 MHz meer dan 11 dB toeneemt)

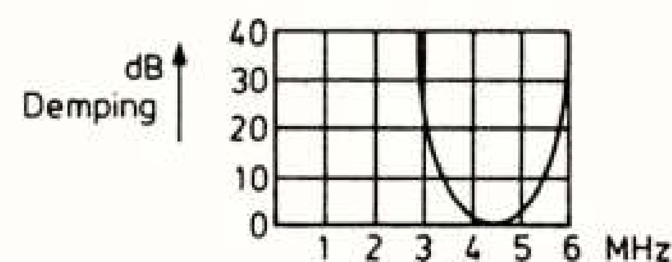
Luminantie-weegfilter:



Weegvoordeel (band 0-5Mhz)
- vlakke ruis 6,5 dB
- Δ-ruis 12,3 dB

Eis gewogen 10log S/N > 52 dB (band 0-5Mhz)

Chrominantie-weegfilter:



Eis gewogen 10log S/N >46 dB

Fig. 1: CCIR-Ruisweegfilters/Rec 451

Het is nu zinvol het vermogen S_{video} te relateren aan het hiervoor beschikbare uitstuurbereik in onze conversie-apparatuur. We moeten daarbij bedenken, dat de over te dragen signalen voor geluid een op 5,5 MHz FM-gemoduleerd kanaal bevatten met een top-top amplitude van ca. 12% van het totaal; d.w.z. dat inclusief enige reserve slechts 80% van de conversie-ruimte voor video signalen beschikbaar is en dat aan de hand van fig. 2 blijkt, dat voor S_{video} geldt:

$$S_{video} = (\text{zwart-wit})^2 = (0{,}7 \times 0{,}8/1{,}1 \times \text{conversieruimte})^2 \approx (0{,}5 \times \text{conversieruimte})^2$$

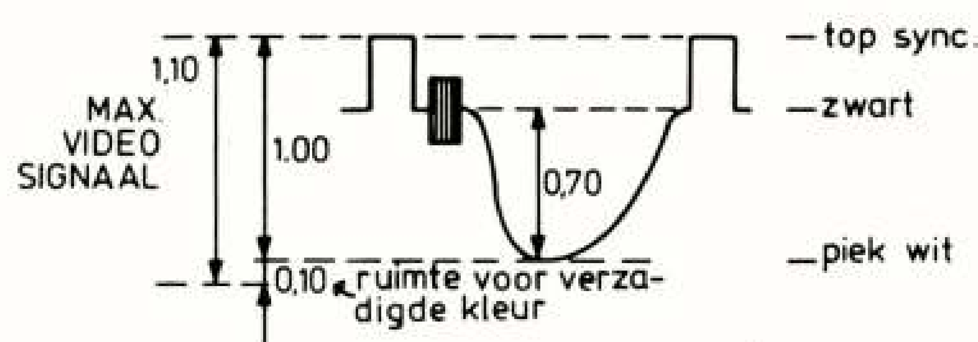


Fig. 2: Video conversieruimte

De video-bronnen in DIVAC (omroep-TV, VCR, VLP, testbeeldgenerator) leveren signalen in basisband af aan drie soorten conversie-circuits, te weten:

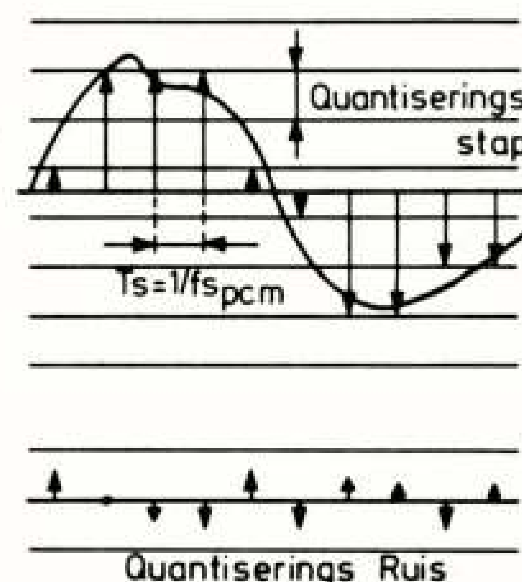
a) 1-bit-coders met een bemonsterfrequentie van 140 MHz en dus een uitgangssnelheid van 140 Mb/s.

b) Een 8 bits PCM-coder met een bemonsterfrequentie van 14 MHz en een uitgangssnelheid van 140 Mb/s. Er zijn dus in principe 10 bits/monster beschikbaar, waarvan 8 bits voor signaaltransport, 1 bit voor framing en 1 bit niet gebruikt wordt.

c) Een FM-modulator met een centrale frequentie van 22 MHz en een zwaai van ± 11 MHz. Het opgewekte signaal wordt na passage door een begrenzer als uitgangssignaal gebruikt, dat er erg digitaal uitziet, maar uiteraard analoog is.

De 1-bit-coders worden voor het transport van bijna alle signalen gebruikt, terwijl er slechts één PCM-coder en één FM-modulator wordt gebruikt, die samen met een 1-bitcoder hetzelfde video-testbeeld overdragen, zodat na ontvangst kwaliteitsvergelijking mogelijk is.

Beperken we ons nu eerst tot de digitale modulatie vormen, waarbij we er van uitgaan dat de regeneratie na de glasvezel-overdracht foutloos is, dan is de quantiseringsruis bepalend voor de signaalkwaliteit na decoderen. Om hierin een inzicht te verkrijgen bekijken we de coderingsprincipes van PCM, Δ-modulatie en Δ-Σ -modulatie (waarbij de laatste twee een vorm van 1-bit-codering zijn) in de figuren 3,4, resp. 5.



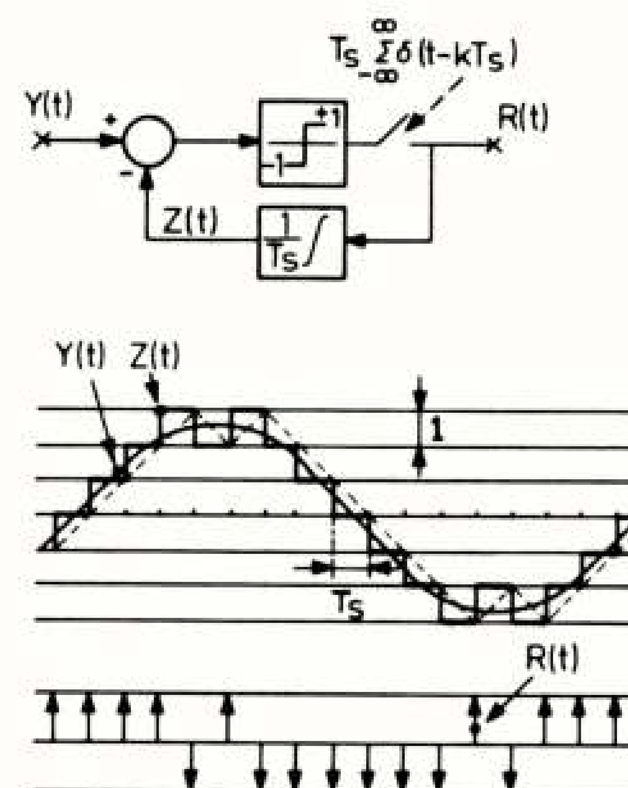
S_{video} = (0,5x conversieruimte)^2

bit-gebruik { (n-1) voor signaal; 1 framing

Quant. ruis { vlak spectrum

$$10\log(S/N_q) = 10\log\left[\frac{(0{,}5)^2}{\left(\frac{2B}{f_{spcm}}\right)\left(\frac{2^{-2[n-1]}}{12}\right)}\right] = \boxed{6(n-1)+4{,}8+10\log\left[\frac{f_{spcm}}{2B}\right]}$$

Fig. 3: PCM eigenschappen



Uitstuurbereik Δ-M wordt beperkt door hellings-oversturing.
Voor signaal Acoswt: $A_{max} w = \frac{1}{T_s}$

→ uitsturing neemt af met freq.
Volle uitsturing ook bij bandgrens B i.v.m. kleurendrager

→ $A_{max} = 1/2\pi B T_s$ = (conversieruimte/2)

→ $S_{video} = (1/2\pi B T_s)^2$

Quant. ruis } vlak spectrum

→ 10log(S/N_q) =

$$10\log\left[\left(\frac{f_s}{2\pi B}\right)^2 \Big/ \left(\frac{2B}{3f_s}\right)\right] = \boxed{30\log\left[\frac{f_s}{2B}\right] - 5{,}2 \overset{\text{def}}{=} 30\log\left[\frac{nf_{spcm}}{2B}\right] - 5{,}2}$$

Fig. 4: Δ-Modulatie eigenschappen

M.b.v. de gegevens in de figuren 3 t/m 5 zijn vervolgens de krommen van fig. 6 berekend, waarbij de S/N_q-verhouding in het hypothetische luminantie-kanaal (ongewogen en gewogen volgens Rec. 451, zie fig. 1) en het hypothetische chrominantie-kanaal voor PCM, Δ-Modulatie en Δ-Σ -Modulatie als functie van n zijn uitgezet. n is hierbij het aantal bits/monster (inclusief 1 framebit) bij PCM, resp. de "oversample factor" f_s/f_{spcm} (=bemonsterfreq. Δ-sys-

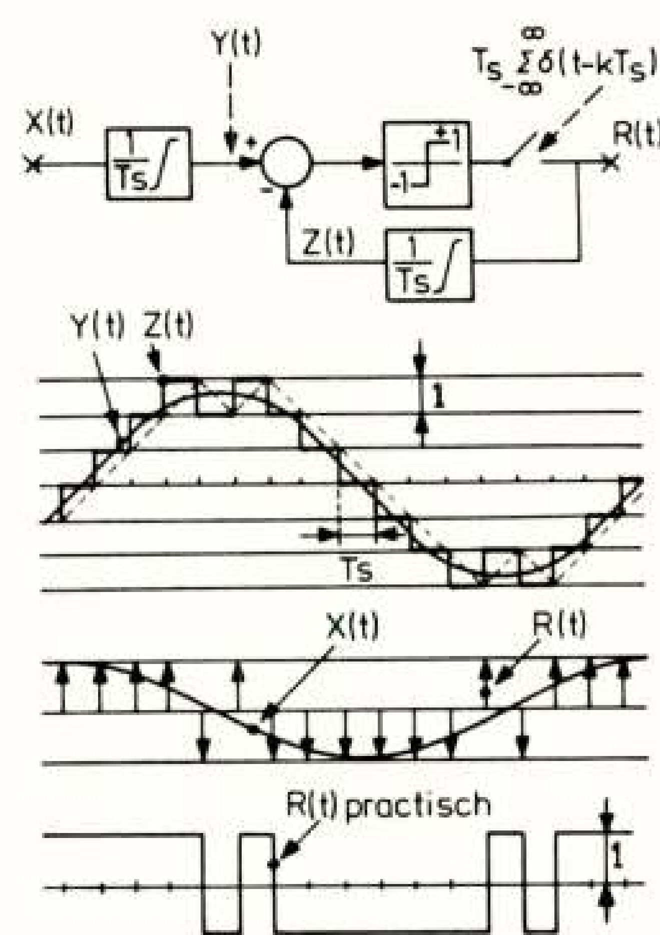
teem/bemonsterfrequentie PCM-systeem) van de Δ-systemen t.o.v. het PCM-systeem; het hanteren van n is hierbij reëel daar, voor gelijke n, de bit-rate van de Δ-systemen en het PCM-systeem gelijk zijn. Bij de berekening is verder uitgegaan van de bij ons gebruikte PCM-bemonsterfrequentie f_{spcm} = 14 MHz, zodat de waarde n=10 bepalend is voor de te bereiken kwaliteit bij de gebruikte bit-rate van 140 Mb/s.

Uit de grafieken van fig. 6 is goed te zien dat:

a) De 10log(S/N_q)-verhouding bij PCM lineair met n oploopt, terwijl dat voor de Δ-systemen met 30log n is.

b) Systemen met driehoeksruis (Δ-Σ -Mod) duidelijk meer profiteren van ruisweging in het luminantie-kanaal, maar relatief slechter af zijn in het chrominantie-kanaal.

c) PCM-systemen met 9 signaalbits/monster (n=10) en ook met 8 signaalbits/monster (n=9 of ons systeem met één extra loos bit) zelfs ongewogen aan de in fig. 1. genoemde S/N-eisen van 52 dB in het luminantie-kanaal, resp. 46 dB in het chrominantie-kanaal voldoen (eisen zijn in fig. 6 gestippeld).



Uitstuurbereik onafhankelijk freq.: ± 1

→ S_{video} = 1

Quant. ruis } Vermogens-spectrum neemt toe met f^2

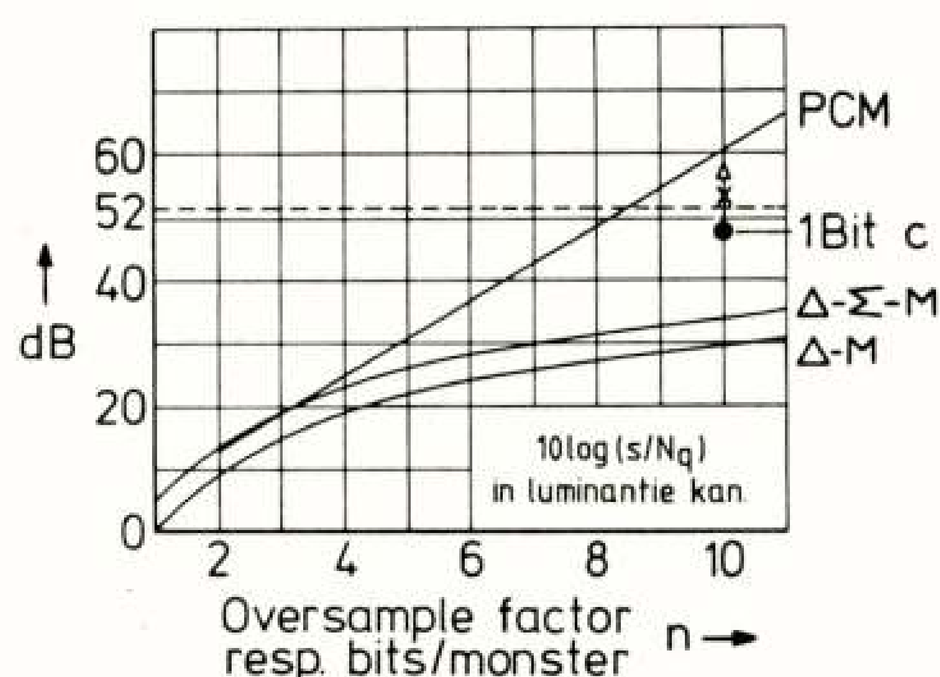
$$10\log\left[\frac{S}{N_q}\right]=10\log\left[\frac{1}{\frac{\pi^2}{9}\left(\frac{2B}{f_s}\right)^3}\right]$$

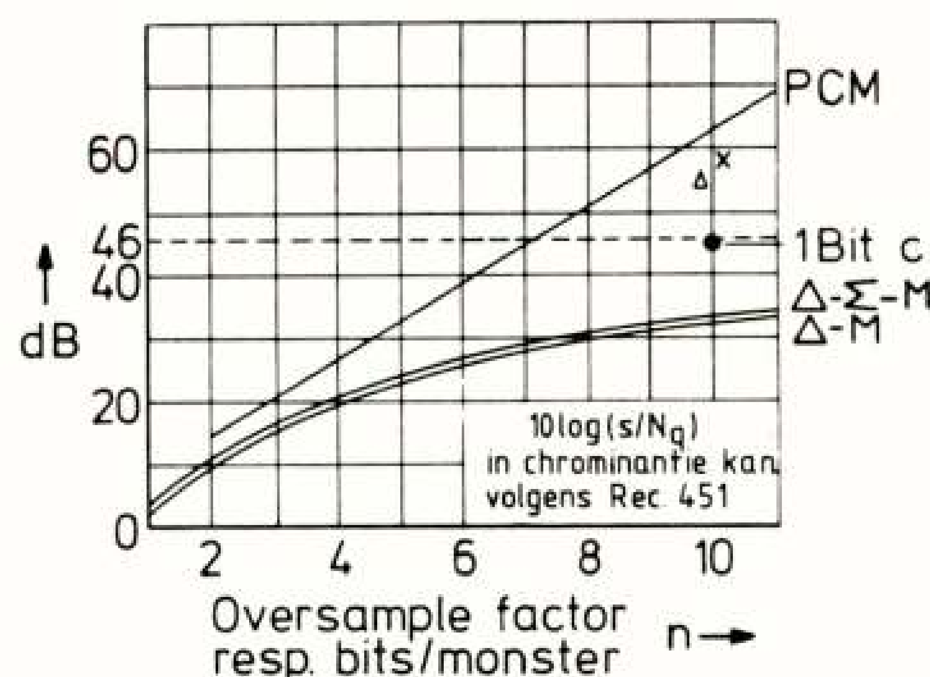
$$= \boxed{30\log\left[\frac{f_s}{2B}\right]-0{,}4 \overset{def}{=} 30\log\left[\frac{nf_{spcm}}{2B}\right]-0{,}4}$$

Fig. 5. Δ-Σ-Modulatie eigenschappen

d) De Δ-systemen niet aan de normen voldoen, hoewel gewogen Δ-Σ -Modulatie zeker qua luminantie een eind komt.

Alhoewel de 1-bit-coders volgens de Δ-Modulatie- en de Δ-Σ -Modulatie-principes niet voldoen kunnen aanzienlijke verbete-





Δ Geclipte FM ontv.niveau -30dBm

X DIVAC-PCM-systeem met 8 signaalbits op de 10bits/monster

- Bij PCM-krommen is n inclusief 1 framing bit

- Oversample factor bij Δ-M/Δ-Σ-M is genormeerd op $f_{s_{PCM}}$ = 14MHz

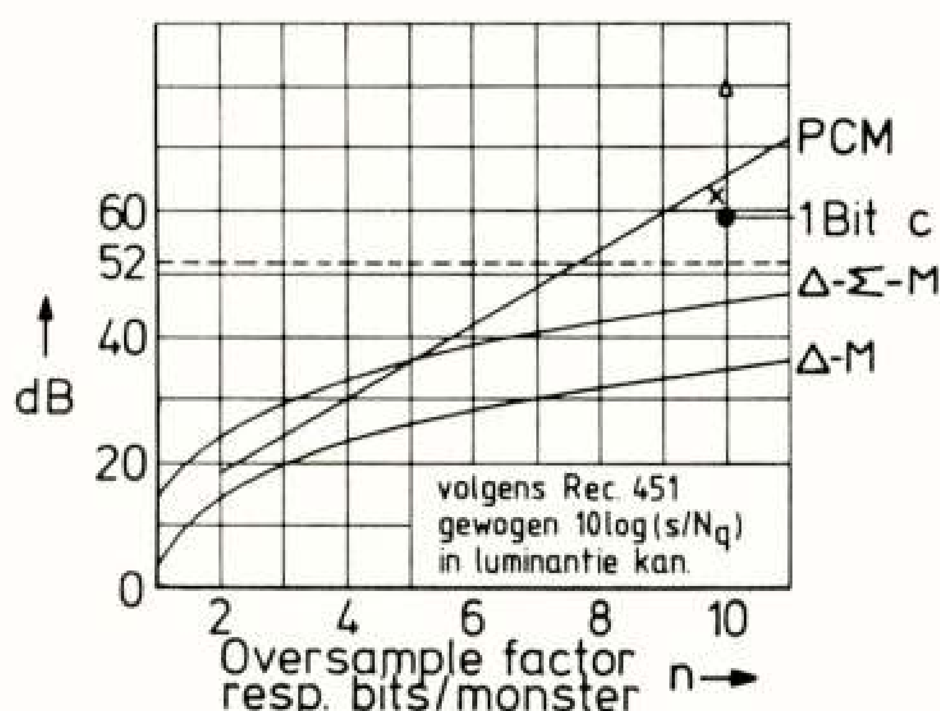


Fig. 6: S/N_q-verhouding van verschillende systemen in het hypothetische luminantie-, resp. chrominantie-kanaal

ringen bereikt worden door de integratoren van een Δ-Σ -Modulator door gelijke filters F(jw) te vervangen. Het één en ander wordt aan de hand van de figuren 7 en 8 nader verduidelijkt. Allereerst concentreren we ons op een niet-bemonsterde versie, een z.g. kappa-modulator waaraan betrekkelijk recent in het Natuurkundig Laboratorium van Philips onderzoek werd verricht (Roza, 1981). Aangetoond wordt dat de kappa-modulator, die oscilleert op de frequentie f_o waarbij het lusfilter 180° draait (voor zover hogere harmonischen van het uitgangssignaal voldoende door F(jw) gedempt worden), een duty-cycle gemoduleerd uitgangssignaal produceert, dat qua "lf-inhoud" gelijk is aan het ingangssignaal V (mits $|F(o)/F(jw_o)| \gg 1$ en voor de bandbreedte B van V geldt $f_o/B > 4$). Tevens blijkt het mo-

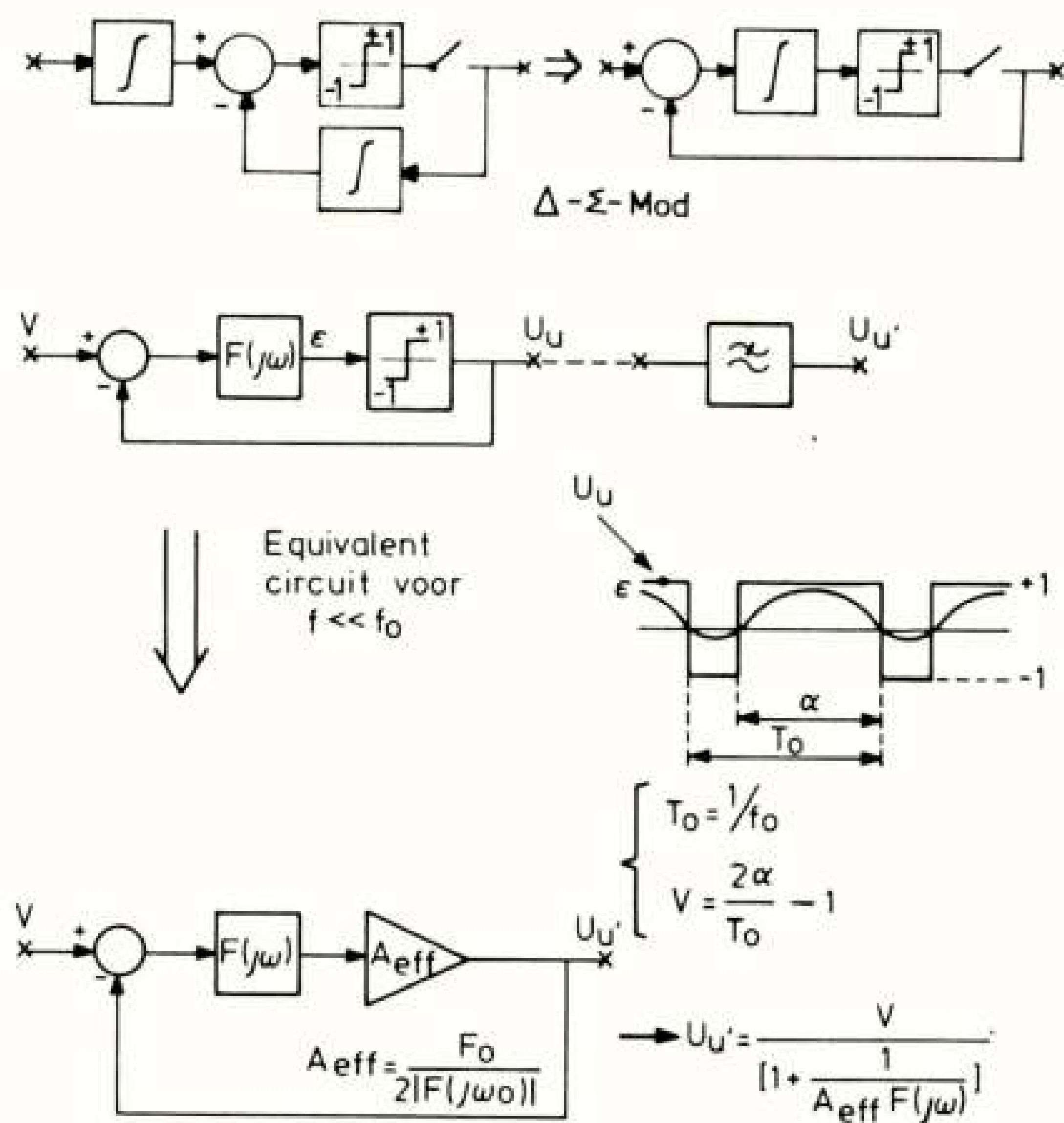


Fig. 7: Van Δ-Σ -Modulator naar Kappa-Modulator

gelijk voor signalen in de lf-band de begrenzer op te vatten als een versterker met versterking:

$$A_{eff} = F(0)/2|F(jw_o)| .$$

De volgende stap (fig. 8) is het bemonsteren van het signaal uit de kappa-modulator, waarbij we dit proces (mits $f_s \gg f_o$ met f_s = bemonster-frequentie) kunnen opvatten als het vertragen van het uitgangssignaal met $1/(2f_s) = T_s/2$ met daarop een variatie van $\pm T_s/2$, wat neerkomt op het toevoegen van vlakke ruis met spectrum $[2f_o/3f_s^2]$. Brengen we tenslotte de bemonsteraar binnen de lus dan krijgen we een 1-bit-coder met lusfilter $H(jw) = [F(jw)\exp(-jwT_s/2)]$, waarvoor geldt (mits $f_s \gg f_o'$) dat:

a) De oscillatie-frequentie f_o' is met

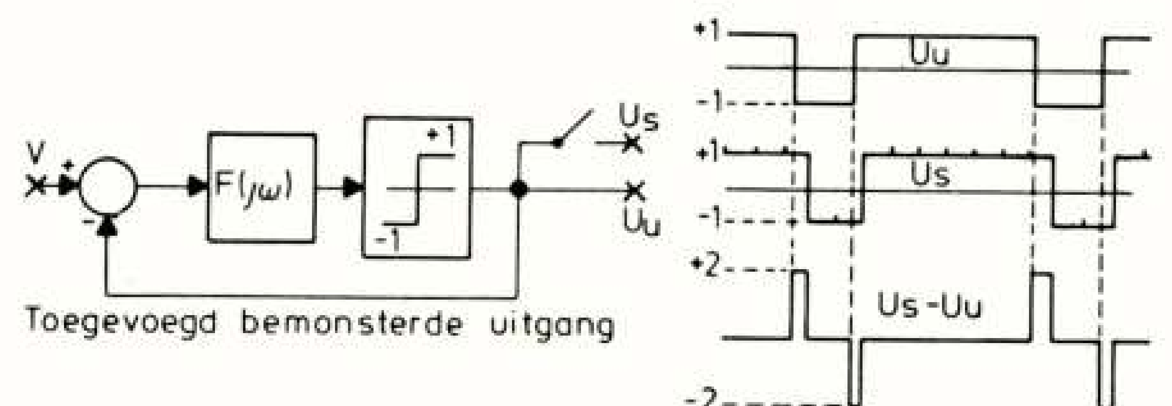
$$\text{Arg } H(jw_o') = 180° \text{ en}$$
$$A'_{eff} = H(o)/2|H(jw_o')|$$

b) De teruggekoppelde ruisbron een ruisspectrum aan de uitgang produceert gelijk aan: $\dfrac{2f_o'/3f_s^2}{|1+A'_{eff}H(jw)|^2}$

c) Met een uitstuurbereik 2, $S_{video} = 1$, zodat in de basisband B een S/N_q-verhouding wordt bereikt gelijk aan

$$(S/N_q) = (3f_s^2/2f_o')\left[\int_{-B}^{+B} df/|1+A'_{eff}H(jw)|^2\right]^{-1}$$

Maximaliseren van S/N_q wordt dus verkregen door A'_{eff} op te voeren, wat overeenkomt met het zo snel mogelijk laten afvallen van H(jw) buiten de "lf-band" B; dit wordt echter door de Bode-relaties beperkt, omdat zolang mogelijk moet gelden arg $[H(jw)] \gg -180° + \delta$, daar anders f_o' te vlug bereikt wordt en dan toch geen grote A'_{eff} verkregen wordt. Verder dient opgemerkt te worden dat een redelijke



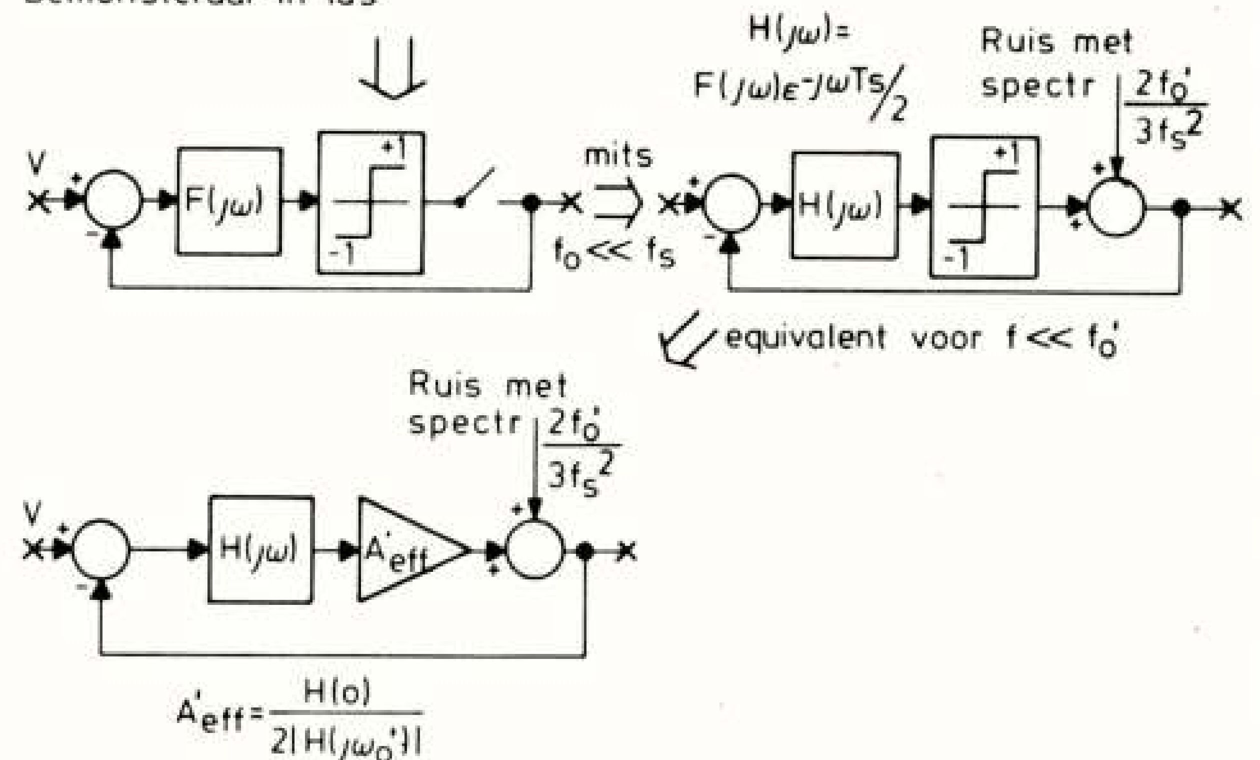


Fig. 8: Van Kappa-Modulator naar 1-bit-coder

marge δ nodig is, daar anders kleine circuitvariaties de frequentie f_o' geweldig kunnen variëren en daarmee ook A'_{eff}.

Tenslotte geeft fig. 9 de filterkarakteristiek H(jw) van de 1-bit-coder, die door Roza c.s. voor het DIVAC project werd ontworpen. De resulterende 10log(S/N_q)-waarden, die in fig. 6 met stippen zijn aangegeven, zijn:

- In het luminantiekanaal ongewogen 47 dB
- In het luminantiekanaal gewogen 59 dB
- In het chrominantiekanaal 45 dB

Dit resultaat voldoet practisch aan de gestelde eisen en laat zien, hoe belangrijk goede dimensionering van het lusfilter is.

We besteden nu nog enige aandacht aan de "begrensde" FM-overdracht, waarvoor een optisch 845 nm kanaal wordt gebruikt, dat een vermogen van -30 dBm aan de ontvanger afgeeft. Als ontvanger voor de demodulator wordt gebruik gemaakt van het versterkerdeel van een 1-bit-regenerator/decoder, die voor deze functie misschien niet geheel optimaal is. Desondanks geven berekeningen aan dat bij ligging van de momentele FM-drager rond de maximale frequentie van 33 MHz (geeft maximale verhouding stijgtijd ontvangen impulsen/drager-herhalingsperiode en dus maximale fasejitter door ontvangerruis, waarbij de laatste ook nog met de frequentie toeneemt) en bij een optisch ontvangen vermogen van -30 dBm resp. -42 dBm (-42 dBm is de gevoeligheid bij error rate 10^{-9} van onze 1-bit-regenerator/decoder, waaronder de voorversterker bij gebruik voor "begrensde" FM-overdracht snel de FM-drempel bereikt) een

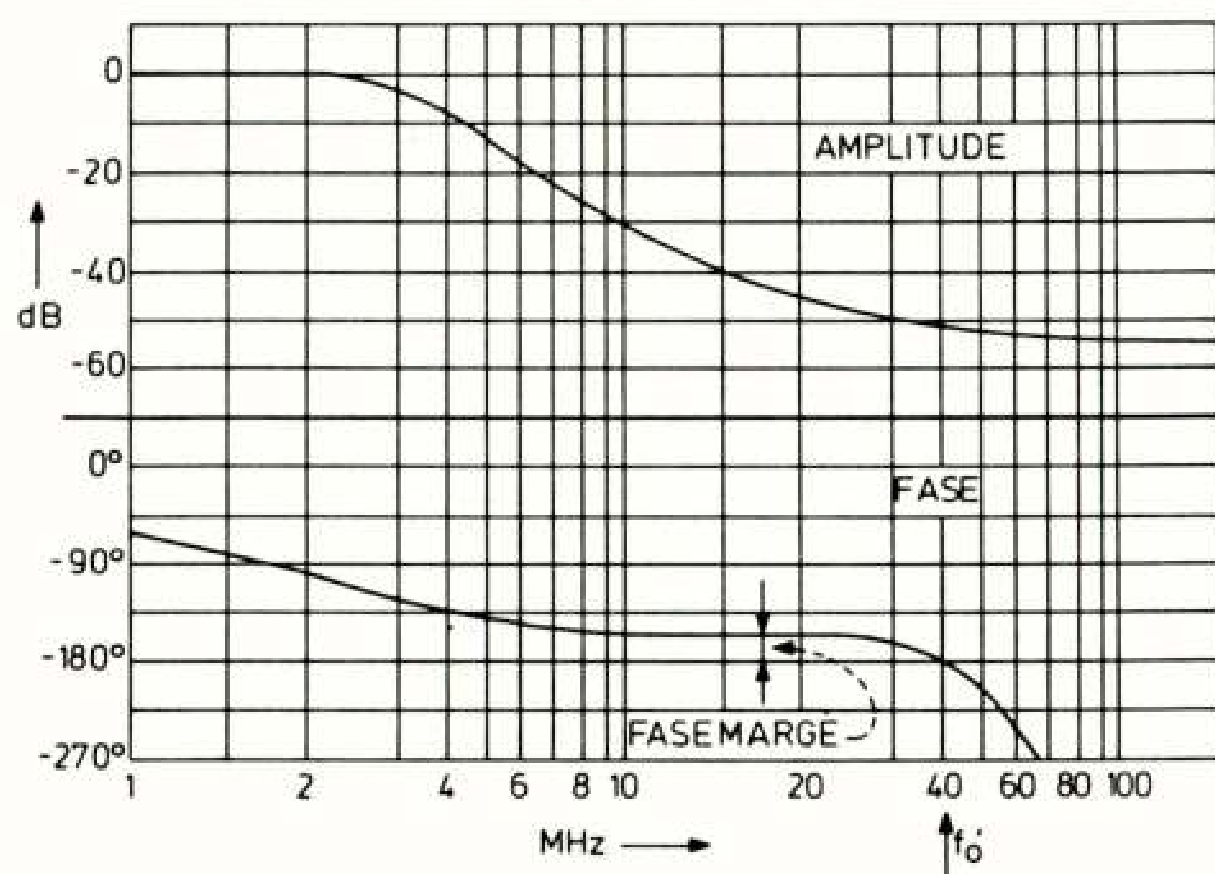


Fig. 9: Lusfilter van 1-bit-coder

10log(S/N) verhouding wordt gehaald als gegeven in tabel I (zie ook aangegeven punten in fig. 6).

TABEL I:

Berekende S/N bij "begrensde" FM (drager rond 33 MHz)			
Ontvangen vermogen	10log (S/N) in luminantiekanaal ongew.	gewogen	10log (S/N) in chrom. kanaal.
-30 dBm	56 dB	69 dB	55 dB
-42 dBm	48 dB	61 dB	47 dB

De "begrensde" FM-modulator voldoet dus ruim, hoewel we enige critische opmerkingen moeten plaatsen:

a) De modulator dient lineair te zijn, wat bij de gebruikte grote frequentie-zwaai moeilijk is. Bij metingen met volle uitsturing en optisch ontvangvermogen -30 dBm was de S/N-verhouding ongewogen in het luminantiekanaal ca. 46 dB. Dit was slechter dan verwacht, wat aan de genoemde vervorming te wijten moet zijn, omdat de z.g. ruis na wegnemen van het modulerende signaal afnam.
b) De toegevoegde jitter in kiesmatrices moet beperkt blijven; in het ongunstigste geval waarbij de momentele FM-frequentie rond de 33 MHz ligt, is de toevoeging van een sinusoïdale jitter component met Δf=5MHz t.o.v. de 33 MHz drager en een top- top amplitude 150 $psec_{tt}$ voldoende om de 46 dB S/N-grens van het chrominantie-kanaal te bereiken.

Conclusie

a) Bij de digitale middelen is 10 bits PCM (met 9 signaalbits/monster) superieur, doch de bereikte resultaten met 1-bit-codering zijn zodanig, dat deze qua prijs/performance wel eens beter kunnen zijn.
b) De analoge "begrensde" FM is zeer bevredigend, doch nader onderzoek i.v.m. de te verwachten grotere gevoeligheid voor jitter, veroorzaakt b.v. door overspraak in kiesmatrices, lijkt nodig. Wat dat betreft is de digitale signaal-overdracht in het voordeel met zijn regeneratie-mogelijkheden en de daarbij toepasbare klokcircuits, die jitter-reducerend kunnen werken.

3. MEGADOC

Megadoc is een electronisch archief systeem, dat A4-documenten kan inlezen en opslaan; dit gebeurt conform de CCITT-aanbevelingen voor H(igh) R(esolution) facsimilé, d.w.z. dat iedere A4-pagina wordt vastgelegd met 2287 lijnen bestaande uit elk 1728 binaire beeldpunten (zwart of wit), resulterend in totaal ca. 4 Mbit informatie/pagina. Als opslag-medium worden hierbij optische beeldplaten gebruikt, die 30.000 (ongecomprimeerde) A4-pagina's per plaat kunnen bevatten.

Om snelle uitwisseling van documenten mogelijk te maken worden byte-rates (elke byte bevat 8 bit) van 0,5 tot 1 Mbytes/sec toegepast, zodat een pagina in circa 1 seconde overgedragen kan worden. De verschillende systeem-onderdelen (spelers, HR-displays, geheugens enz.) worden in het door ons gebruikte systeem verbonden d.m.v. een DA(ta) S(witch), welke bestuurd wordt met een computer, die daartoe met de DAS en middels V24-verbindingen (seinsnelheid 9600 Baud) met de besturings/display-units (V.D.U.'s) bij de gebruikers verbonden is (zie fig. 10).

Voor korte afstanden, tot circa 30 meter, tussen DAS en gebruikers worden de bits van de voornoemde bytes parallel over draadbomen met getwiste bedrading gevoerd. Deze z.g. Quibus-Interface, waarover op handshake-basis informatie wordt verzonden, bevat 8 bi-directionele data-bit-lijnen en 5 stuurlijnen nââr en 2 stuurlijnen vanaf de gebruiker, zodat in feite per "Quibus"-byte 13 bits heen of 10 bits teruggezonden worden. Voor het overbruggen van grotere afstanden tot ca. 200 meter tussen DAS en gebruikers, zoals dat ook het geval is voor de verbinding tussen MEGA-DOC- en DIVAC-gebouw, wordt d.m.v. extenders een 20 Mb/s seriële duplex-verbinding, over coaxiale kabel, tussengeschakeld. Op zo'n verbinding, wordt elke byte serieel overgezonden en bestaat dan inclusief start- en stop-bits uit 17 resp. 14 bits, die met een bitrate van 20 Mb/s worden verzonden (zie fig. 11). Door inwendige procedures in de extenders is de byte rate op de 20 Mb/s verbinding beperkt tot maximaal circa 0,5 Mbytes/sec, zodat tussen de "Quibus" bits nog meer dan 50% ruimte is. Deze ruimte werd bij de oorsponkelijke extender-verbindingen (b.v. in fig. 10 voor de extender-verbinding rechtsboven) slechts gebruikt voor de /1000/1000/... patronen, waarbij in de ontvangers alleen

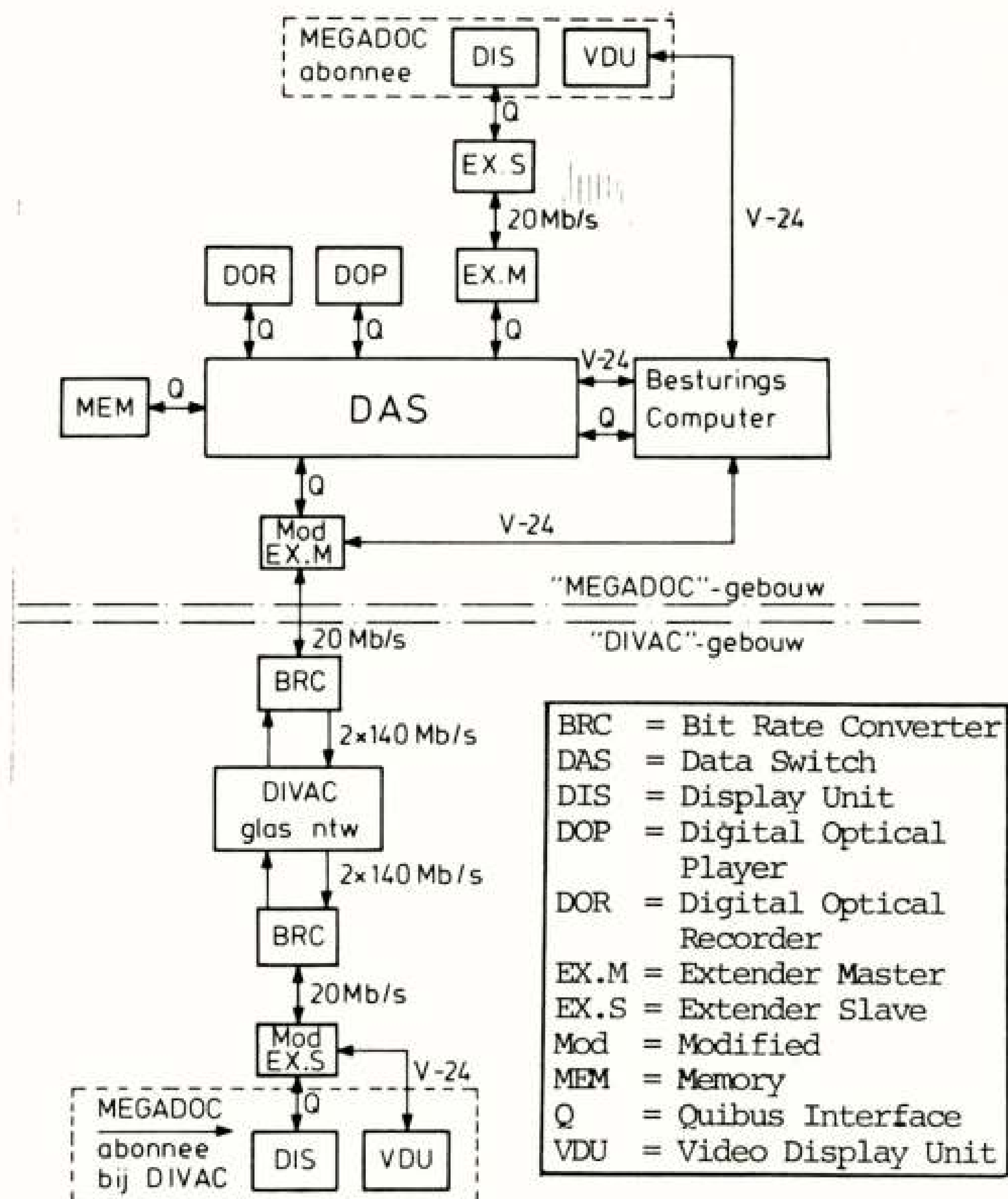


Fig. 10: Het MEGADOC-systeem met DIVAC-aansluiting daarop

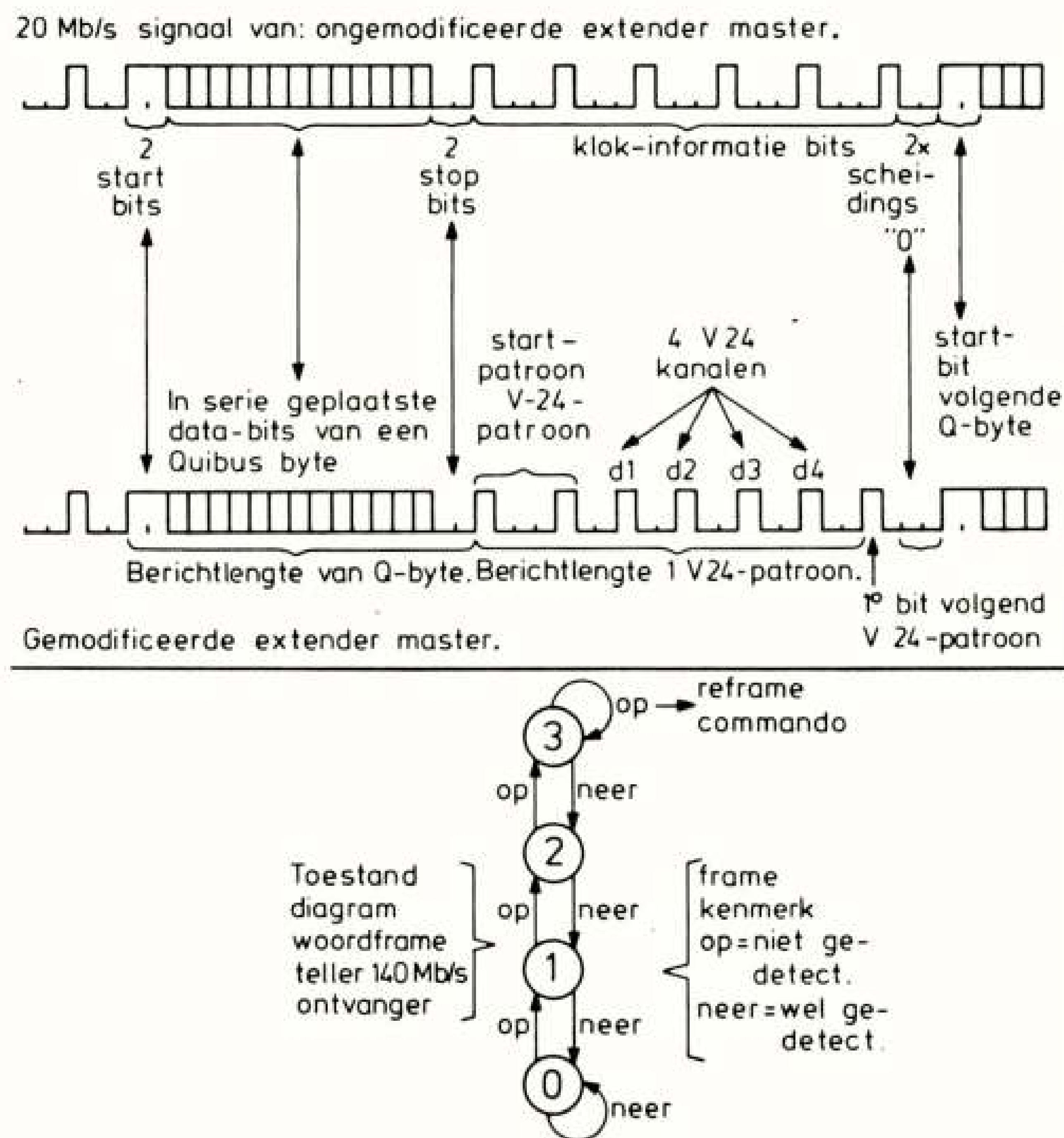


Fig. 11: "Quibus-bytes op een extender-verbinding, toevoeging daar tussen van een V24-patroon en het toestanddiagram van de woordframe teller in een 140 Mb/s BRC-ontvanger

deze "1" impulsen voor klok-extractie gebruikt werden en niet die van de "Quibus" bits. De filosofie hierachter is de vrees, dat door kabeldispersie en de slechts eenvoudige ontvanger-egalisatie te veel intersymbool-interferentie op de voor klokextractie gebruikte opgaande flanken van "enen" zal ontstaan, indien deze niet minstens voorafgegaan worden door twee "nullen". Het "klok"-kanaal heeft echter een enorme informatie transportcapaciteit, die bij DIVAC gebruikt wordt om de V24-verbinding tussen besturingscomputer en VDU via de 20 Mb/s extender-verbinding te leiden. Daartoe is op de gemodificeerde extender-verbinding het klok-informatie-patroon /1000/1000/1...vervangen door een 19 bits "V24-patroon"
/1000100$d_1$00$d_2$00$d_3$00$d_4$00/1001....,dat voldoet aan de klok-extractie eisen (2x"0" voor een "1") en dat buiten het startpatroon 10001 (geeft altijd klok-informatie!) vier informatie-kanalen d_1 t/m d_4 bevat voor V24-transport (zie fig. 11); d.w.z. in zowel heen- als terugrichting zijn 4 kanalen beschikbaar.
De minimale herhalingsfrequentie van volledige V24-patronen is 0,37 MHz, wat lager is dan de maximale herhalingsfrequentie 0,5 MHz voor de "Quibus" bytes, waarna notabene altijd een volledig V24-patroon volgt; dit komt omdat na zo'n volledig V24-patroon de generatie van volgende V24-patronen doorgaat tot de volgende "Quibus" byte zich aandient, waarop de V24-patroon generatie onmiddelijk stopt (ook midden in een V24-patroon). Hierdoor kan bij "Quibus" byte-rates $<$ 0,5 Mbyte/s de afstand tussen opvolgende d_1, d_2, d_3 resp. d_4-bits toenemen en wel maximaal tot 54 bitintervallen voor d_4 in de volgende tijdvolgorde situatie:/"Quibus"byte/volledig V24-patroon/juist voor bit d_4 gestopt V24-patroon/"Quibus"byte/ volledig V24-patroon. Aldus is de minimale herhalings- en daarmee sample-frequentie voor het V24-signaal dat met kanaal d_4 wordt overgedragen (20/54)=0,37 MHz, zodat een flank wordt overgedragen met een maximale variatie van $\pm$ 1,3% van het 9600 Baud-interval.

Tenslotte is bij DIVAC transport over 5 km glasvezel gewenst, waarbij voor MEGADOC slechts uni-directionele 140 Mb/s kanalen beschikbaar zijn. Deze 140 Mb/s kanalen worden m.b.v. B(it) R(ate C(onverters) opgenomen in de extender-verbinding, waarbij in de converters enerzijds het ontvangen 20 Mb/s signaal wordt omgezet in een 140 Mb/s uitgangssignaal, terwijl anderzijds het ontvangen 140 Mb/s signaal wordt omgezet in een 20 Mb/s signaal wat afgegeven wordt aan de 20 Mb/s duplex verbinding (zie fig. 10). De code-conversie gaat conform Tabel II.

TABEL II

Code tabel BRC's	
20 Mb/s sign.	140 Mb/s sign.
0	0010101
1	1101010

onderstreepte bits vormen de woordframe kenmerken.

Hierbij maakt de keuze van code-woorden, die elkaars inversen zijn, foutcorrectie voor maximaal 3 fouten/code-woord in de 140 Mb/s ontvangers mogelijk. De toegepaste 4 uit 7 decodering is ingevoerd i.v.m. de verwachte krappe error rate op de 140 Mb/s kanalen, waarbij deze decodering de kans op een woordfout p_w door een lijnfout met kans p_{140} reduceert tot:

$$p_w \approx \binom{7}{4} p_{140}^4 = 35 p_{140}^4$$

Nu is foutcorrectie slechts zinvol als het woordframe behouden blijft. Daartoe wordt het niet detecteren van het woord-framekenmerk (001 of 110) bijgehouden in een 4 traps op/ neer-teller (zie toestanddiagram in fig. 11),die pas een reframe-commando geeft na vier opvolgende frame-fouten; hiermee wordt de kans $p_{vals\ refr}$ op reframen door een lijnfout vergelijkbaar met de woordfoutkans p_w, zodat fout-correctie zinvol is.

$$p_{vals\ refr} \approx (3p_{140})^4 = 81 p_{140}^4$$

4. 1B/2B-codering van 140 Mb/s signalen

In het DIVAC glasnetwerk wordt op een aantal optische kanalen een telefoon-multiplex signaal met seinsnelheid 512 kb/s en een 140 Mb/s signaal samen getransporteerd. In het blokschema van fig. 12 is dit nader toegelicht. Het lf-tel-mux signaal wordt aan de ingang door filtering van zijn hogere harmonischen ontdaan, zodat het geen verstoring veroorzaakt in het hf-kanaal, waarover het 140 Mb/s signaal na 1B/2B-codering wordt getransporteerd en dat door die codering nauwelijks lf-componenten bevat. Gegeven dit laatste feit kan aan de ontvangkant het tel-mux signaal

met een laagdoorlatend filter worden afgescheiden, waarbij dit filter en het zendfilter samen een racos-1-shaping verzorgen voor het 512 kb/s tel-mux signaal.

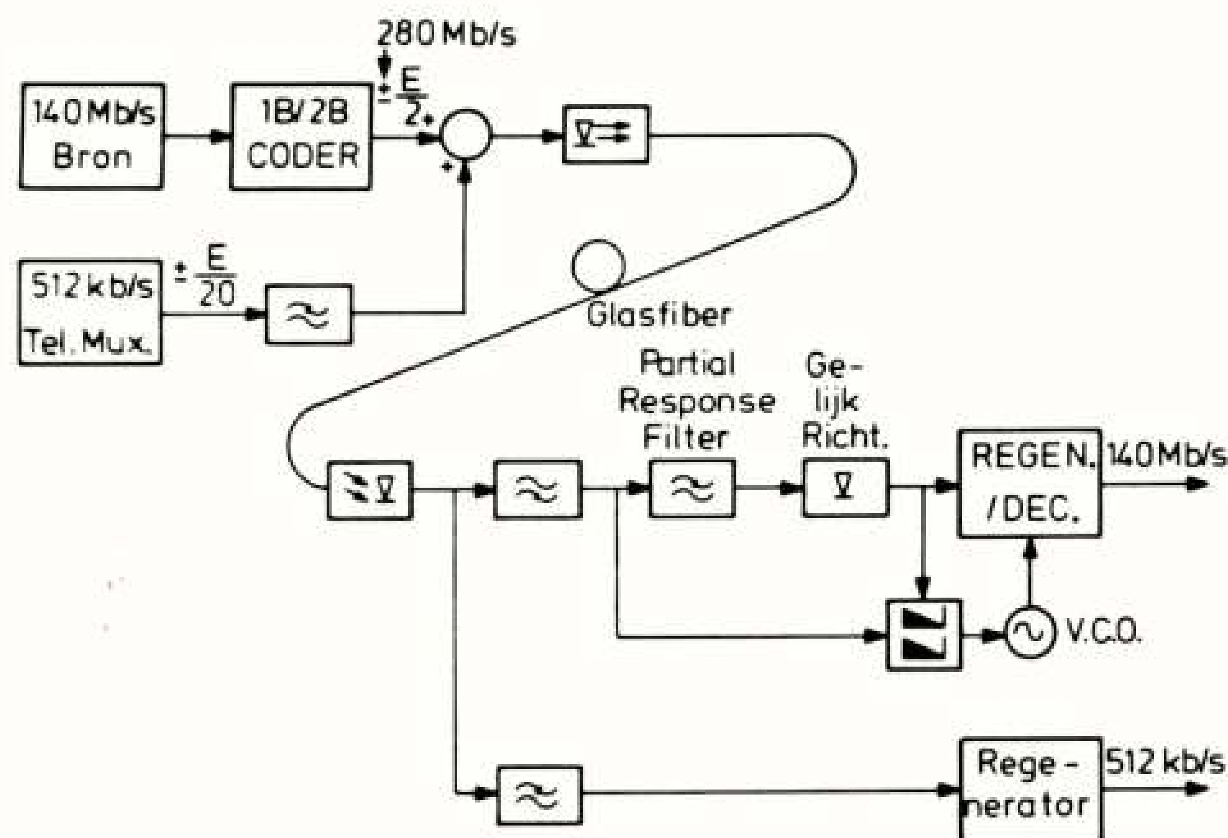


Fig. 12: Gemeenschappelijk transport van een 512 kb/s telefoon-multiplex signaal en een 140 Mb/s signaal over één optisch kanaal

De 1B/2B-codering van het 140 Mb/s signaal tot signaal met een seinsnelheid van 280 Mb/s moet aan de volgende eisen voldoen:

a) Er moet voldoende onderdrukking van lf-componenten in de tel-mux band zijn, zodat de overgedragen signalen in de ontvanger met filters gescheiden kunnen worden.
b) Er moet "partial response" ontvangst van het hf-signaal op basis van 140 Mb/s mogenlijk zijn, daar de fiber afsnijfrequentie (f-3dB voor 5 km ca. 80 MHz) te laag is om goede althans betere ontvangst op 280 Mb/s basis te garanderen.

Aan de eerste eis wordt voldaan door het gebruik van "bi-phase" codering (elke "1" wordt "10" en elke "0" wordt "01"), waarbij de gemiddelde vermogensdichtheidsspectra van het te coderen en "random" veronderstelde ingangssignaal en van het gecodeerde signaal zijn gegeven fig. 13. Met deze codering wordt voor een tel-mux signaal van 0,1x de amplitude van het 280 Mb/s signaal een afstand ten gunste van het tel-mux vermogensspectrum van ca. 27 dB bereikt t.o.v. het vermogensspectrum van het 280 Mb/s signaal bij 256 kHz (de Nyquist frequentie van het tel-mux kanaal).

Het voldoen aan de tweede eis vereist een voorcodering, waardoor in het gecodeerde 280 Mb/s signaal steeds een fase-wisseling optreedt voor elke "1" in het oorspronkelijke signaal (zie ook fig. 13). De voorcodering heeft geen gevolgen voor het vermogensspectrum van het 280 Mb/s signaal daar de voorcodering slechts het ene "random" verondersteld signaal omzet in een ander "random" signaal. Circuit-technisch is de tussenstap trouwens niet te vinden, zodat deze slechts dient voor betere begripsvorming.

Aan de ontvangstkant van de verbinding wordt het 280 Mb/s signaal, na passage door een hoogdoorlaat (tel-mux signaalonderdrukking), aangeboden aan het "partial response" filter, wat een racos-1 vormer is voor de halve lijnfrequentie (=140 MHz, zie fig. 13).

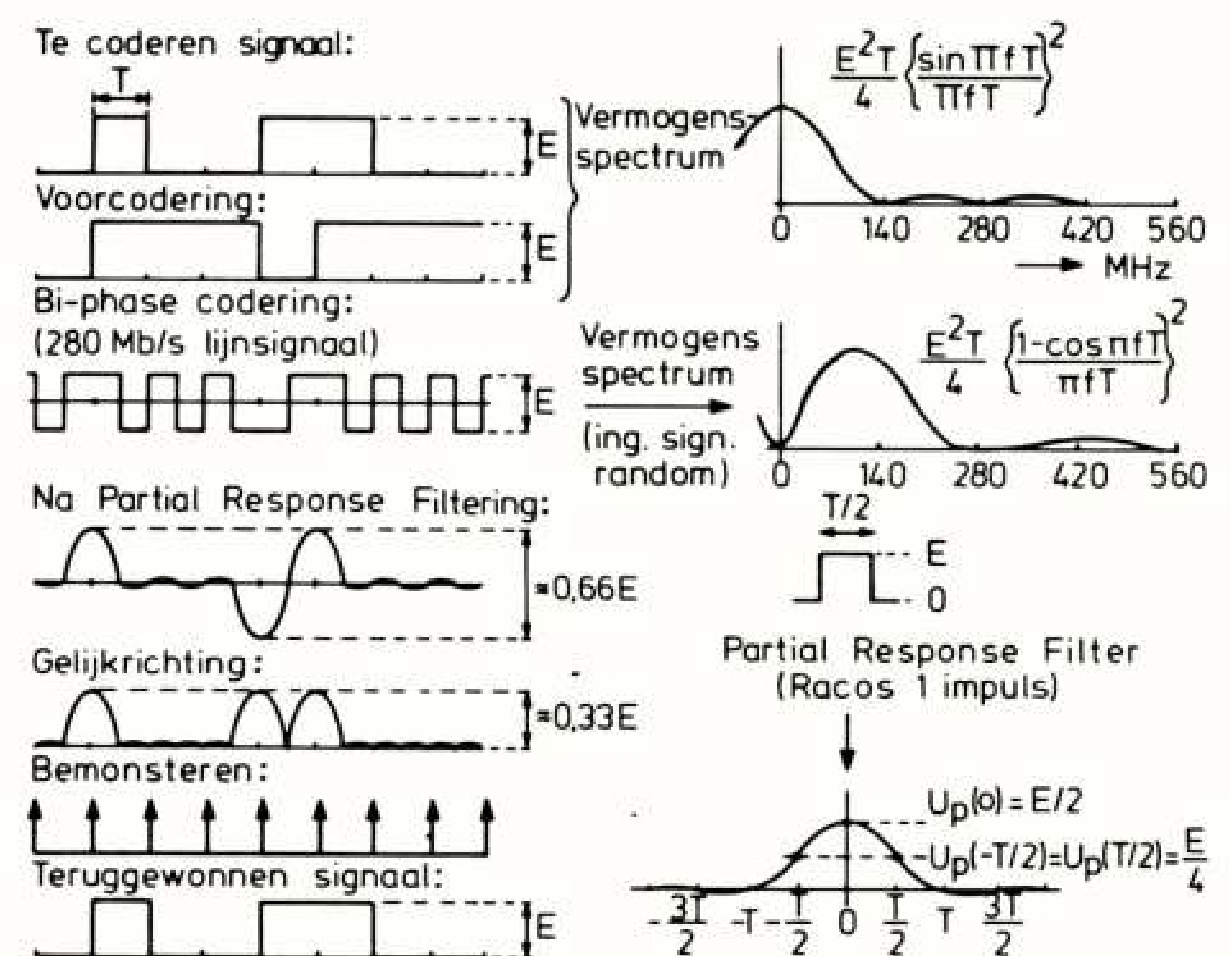


Fig. 13: 1B/2B codering en decodering

Het filter reageert nauwelijks op een 101010-patroon (gecodeerd "0" signaal), daar het maximum $U_p(0)$ van de responsie op een blokimpuls met lengte T/2 (1/T=140 MHz) gecompenseerd wordt door de naastliggende symboolresponsies, die dan juist de halve tegengestelde waarden $-U_p(T/2)$ en $-U_p(-T/2)$ bezitten, terwijl verder afgelegen symbolen responsies $U_p(kT/2)=0$ opleveren (met $|k|>1$, zie ook fig. 13); daar bij de racos-1 responsie verder nauwelijks uitslingeringen optreden zijn ook tussenliggende signaal-waarden bijna nul.

Twee opvolgende bits met gelijk teken (meer dan twee opvolgende bits met gelijk teken komen door de codering niet voor!), overeenkomend met een gecodeerde "1", geven wel een filter-reactie tot +0,33 of -0,33 van de top-top waarde van het 280 Mb/s signaal. Na gelijkrichting van het gefilterde signaal kan dus het oorspronkelijke signaal worden teruggewonnen.

De vraag kan nu gesteld worden, wat het nadeel is van transmissie van het hf-signaal volgens 1B/2B-codering via 280 Mb/s transmissie en "partial response" ontvangst t.o.v. gewone 140 Mb/s tranmissie, zonder lf-kanaal en met "normale" detectie. Uitgaande van een gelijk hf-zendvermogen in beide gevallen vinden we bij gewone 140 Mb/s transmissie een betere S/N-verhouding op het beslispunt, waarbij het verschil gelijk is aan:

$$10\log(1/1,2\times0,33)^2 = 8 \text{ dB}$$

Achtergrond is hierbij de (1/0,33) maal grotere "1"-"0" afstand op het beslispunt, terwijl het ontvangfilter circa 1,2 meer ruisspanning doorlaat omdat racos-shaping nu op full T-impulsen i.p.v. T/2-impulsen wordt toegepast.

Het resulterend verschil in gevoeligheid tussen beide transmissie-methoden is afhankelijk van het golf-lengte gebied, waarbij 1B/2B-codering wordt toegepast:

a) In het 850 nm gebied worden ontvangers met (A)valanche P(hoto) D(iodes) gebruikt, waarbij de diodes voornamelijk de ruis op het beslispunt van de ontvangers bepalen. De APD-ruis is bij goede benadering evenredig met de primaire foto-stroom I_{ph}, zodat de S/N-verhouding op het beslispunt bij benadering evenredig is met I_{ph}. Daar het optisch ontvangen vermogen P_{opt} ook evenredig is met I_{ph} is de S/N-verhouding op het beslispunt evenredig met $10\log P_{opt}$, zodat de gevoeligheid door 1B/2B codering in het 850 nm met ca. 8 dB afneemt.
b) In het 1300 nm gebied worden ontvangers met PIN-FET combinatie gebruikt, waarbij de ruis op het beslispunt van de ontvangers voornamelijk door andere componenten dan de PIN-diode wordt bepaald. De ruis is dus practisch onafhankelijk van de fotodiode stroom, zodat de S/N-verhouding op het beslispunt evenredig is met I_{ph}^2; daar ook hier het optisch ontvangen vermogen P_{opt} evenredig is met I_{ph}, is de S/N-verhouding op het beslispunt evenredig met $10\log P_{opt}^2$, zodat de gevoeligheid door 1B/2B-codering in het 1300 nm met ca. 4 dB afneemt.

Conclusie

Bij het wijzigen van de gebruikte coderings/detectie-methoden is de verandering in gevoeligheid in de verschillende golflengte-gebieden door het toepassen van verschillende ontvangers niet altijd gelijk. Hiermee dient terdege rekening gehouden te worden.

5. 5B/6B-CODERING

De aanwezigheid van de 5B/6B codec is voor het transport van PCM-video-signalen in het lokale net niet echt nodig, doch moet enerzijds historisch bezien worden daar deze codec samen met het PCM-videosysteem gebruikt is bij een in-house trunksysteem en moet anderzijds gezien worden als een demonstratie, hoe een signaal aangevoerd door een trunkverbinding doorgezonden zou kunnen worden naar een abonnee in een lokaal net als DIVAC; een open vraag hierbij is hoe de betrekkelijk ingewikkelde decoder circuits voor een redelijke prijs gemaakt kunnen worden voor toepassing bij een abonnee.

We bespreken hier dus in feite een codec-systeem voor trunk-transmissie. Op zo'n trunkverbinding worden i.v.m. de te overbruggen afstand meestal regeneratoren gebruikt die in het algemeen extra eisen stellen aan het te transporteren signaal, zoals:

a) De afwezigheid van een DC-component in het signaal, waardoor AC-koppelingen en een eenvoudigere laserregeling in de regeneratoren toegepast kunnen worden.
b) De mogelijkheid tot foutmeting en foutlokalisatie wat voor een trunkverbinding met eventueel ondergrondse regeneratoren essentiëel is.

Aan deze eisen kan voldaan worden met gebalanceerde blokcodes. Een geschikte blokcode voor optische verbindingen is de 5B/6B code, waarbij het aangeboden signaal in groepjes van 5 bits (z.g. woorden of blokken) wordt verdeeld, die volgens het code-recept in 6 bits worden omgezet, zodat een uitgangsseinsnelheid van 168 Mb/s wordt bereikt. De seinsnelheidsverhoging is hierbij een redelijk compromis met de wensen om:

a) Een binair lijnsignaal te hebben ter voorkoming van problemen met niet-lineaire optische componenten, die zouden kunnen ontstaan bij multi-niveau codering.
b) De bloklengte te beperken en daarmee de complexiteit van de codec-circuits.

Bij de codering van 5 bits-woorden naar 6 bits-woorden is niet alleen het aangeboden 5 bits-woord bepalend voor het uitgangswoord, maar ook de z.g. R(unning) D(igital) S(um), die bepaalt welke van de code-kolommen of

modi wordt gebruikt (zie fig. 14). Van de twee code-kolommen bevat één slechts woorden met dispariteit (=aantal maal "1" minus aantal maal "0" in een woord) 0 en +2 (de +modus) en de andere slechts woorden met dispariteit 0 en -2 (de -modus). Door nu de RDS, die de som is van de waarden van de uitgangbits ("1"=+1,"0"=-1) sinds de start van de coder plus de inhoud van de teller die de RDS bijhoudt bij die start, te gebruiken om de codemodus te bepalen kan de RDS-variatie beperkt worden en daarmee de gewenste DC-onderdrukking in het code-spectrum verkregen worden.

Nemen we de RDS-waarde, waarbij we coderen volgens de -modus 4 dan is de RDS na het verzenden van een code-woord volgens deze modus 2 of 4. Is de nieuwe RDS 4 dan coderen we weer volgens de -modus, terwijl bij nieuwe RDS 2 de +modus wordt gebruikt, die op zijn beurt de volgende RDS 2 of 4 oplevert. Hieruit blijkt dus dat aan het eind van een gecodeerd woord slechts de RDS-waarden 2 en 4 optreden, de z.g. eind-RDS-waarden, terwijl m.b.v. de code-tabel te verifiëren is dat de

	Eind-R.D.S. 4	**Eind-R.D.S. 2**
Input	- Modus	+ Modus
0 0 0 0 0	1 0 0 0 1 0	1 0 1 0 1 1
0 0 0 0 1	1 0 1 0 1 0	1 0 1 0 1 0
0 0 0 1 0	1 0 1 0 0 1	1 0 1 0 0 1
0 0 0 1 1	1 0 1 0 0 0	1 1 1 0 0 0
0 0 1 0 0	1 1 0 0 1 0	1 1 0 0 1 0
0 0 1 0 1	0 0 1 0 1 0	1 1 1 0 1 0
0 0 1 1 0	0 0 1 0 1 1	0 0 1 0 1 1
0 0 1 1 1	0 1 1 0 1 0	0 1 1 0 1 0
0 1 0 0 0	1 0 0 1 1 0	1 0 0 1 1 0
0 1 0 0 1	1 0 0 1 0 0	1 0 1 1 1 0
0 1 0 1 0	1 0 1 1 0 0	1 0 1 1 0 0
0 1 0 1 1	1 1 0 1 0 0	1 1 0 1 0 0
0 1 1 0 0	0 0 0 1 1 0	1 1 0 1 1 0
0 1 1 0 1	0 0 1 1 1 0	0 0 1 1 1 0
0 1 1 1 0	0 1 0 1 1 0	0 1 0 1 1 0
0 1 1 1 1	0 1 0 1 0 0	0 1 1 1 1 0
1 0 0 0 0	1 0 0 0 1 1	1 0 0 0 1 1
1 0 0 0 1	0 0 0 1 0 1	1 1 0 1 0 1
1 0 0 1 0	0 0 1 0 0 1	1 1 1 0 0 1
1 0 0 1 1	0 0 1 1 0 1	0 0 1 1 0 1
1 0 1 0 0	0 1 0 0 0 1	1 1 0 0 1 1
1 0 1 0 1	0 1 0 1 0 1	0 1 0 1 0 1
1 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1	1 1 0 0 0 1
1 0 1 1 1	0 1 1 0 0 0	0 1 1 1 0 1
1 1 0 0 0	1 0 0 0 0 1	1 0 0 1 1 1
1 1 0 0 1	1 0 0 1 0 1	1 0 0 1 0 1
1 1 0 1 0	0 1 1 0 0 1	0 1 1 0 0 1
1 1 0 1 1	0 0 1 1 0 0	1 0 1 1 0 1
1 1 1 0 0	0 1 0 0 1 1	0 1 0 0 1 1
1 1 1 0 1	0 0 0 1 1 1	0 1 0 1 1 1
1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0	0 1 1 0 1 1
1 1 1 1 1	0 1 1 1 0 0	0 1 1 1 0 0

RDS-bereik: 0 t/m 6

6B-woorden:
- 2x18 } Gebalanceerde woorden
- +1x2 }
- 1x13 Woorden met dispariteit +2
- 1x13 Woorden met dispariteit -2

Fig. 14: 5B/6B code-tabel

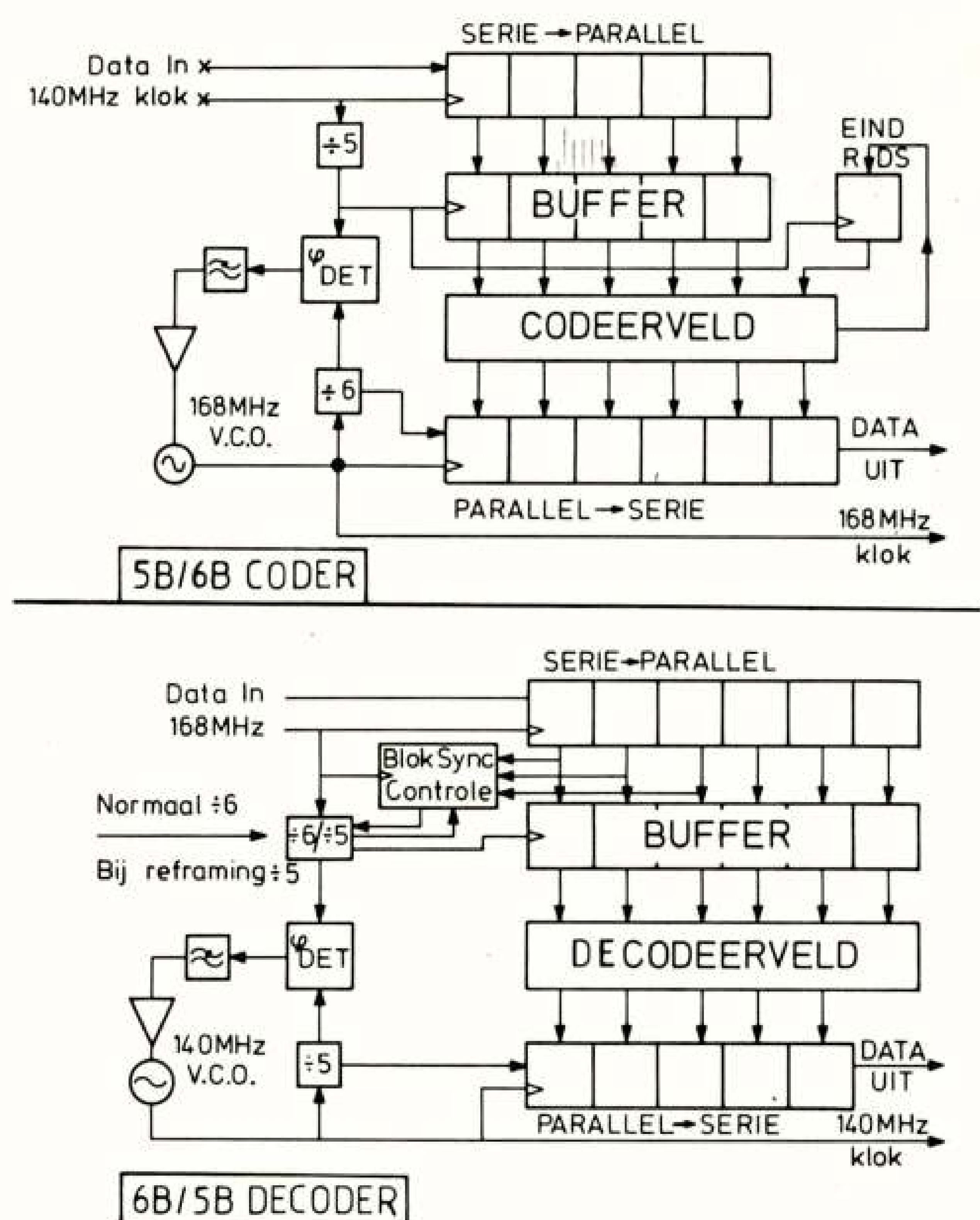


Fig. 15: Blokschema van een 5B/6B codec

RDS binnen een woord kan variëren van 0 t/m 6 Het is dus duidelijk dat voor het coderen slechts de eind-RDS-waarden bijgehouden behoeven te worden.

Voor woord-framing in de decoder en foutmetingen in regeneratoren en de decoder moet de volledige RDS worden bijgehouden, waarbij:

a) Voor woord-framing gebruik gemaakt wordt van het feit dat de RDS op de woordgrenzen beperkt is tot 2 en 4 en daarbuiten 0 t/m 6 kan zijn.

b) Voor foutmeting gebruik gemaakt wordt van het feit dat bij een foutloos signaal de RDS begrensd is tot 0 t/m 6, zodat overschrijding van die grenzen lijnfouten weergeven. Herstel tot de juiste RDS in de tellers wordt hierbij verkregen door op/neer tellers te gebruiken die vastlopen tegen hun uiterste waarden, waarmee ook gelijkstelling van tellers bij opstarten verkregen wordt.

Hiermee is voldaan aan de gestelde eisen. Het blokschema van de codec is als voorbeeld in fig. 15 gegeven.

6. REFERENTIES

(1) Heijden, J. v.d., "Het DIVAC project", Tijdschrift van het NERG, deel 48, no. 5, 1983

(2) Vos, J.A. de, "Megadoc, a modular system for electronic document handling", Philips Technical Review, vol. 39, no. 12, 1980

(3) Roza, E., "Kappa modulation and its relationship with delta modulation and analogue pulse modulation", Intern rapport Philips Nat.Lab. 1981, M.S.11.768

(4) Buchner, J.B., "Binary Line-codec for optical transmission systems", Intern rapport P.T.I. Hilversum 1977, No. SR2244-77-364

(5) Geschrift betreffende 1B/2B-codering "Transmissiestelsel voor de overdracht van twee waardige data-symbolen", Ned.Octrooi aanvrage no. 8202319

(6) Recommendations and reports of the CCIR Geneva 1982 Vol. XII

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

64 KBIT/S COMMUNICATIE

ir. H.B. Groen
Dr. Neherlaboratorium, PTT

64 kbit/s communication (in the DIVAC system). Five user channels of each 64 kbit/s, controlled by five 8 kbit/s signalling channels, have been implemented in the DIVAC system between subscriber and exchange. The transmission methods and the multiplexing methods are described. Attention is paid to the (possible) use of the 64 kbit/s channels.

1. INLEIDING

Kenmerkend voor het DIVAC systeem is, dat verschillende telecommunicatiediensten gebruik maken van hetzelfde transmissiemiddel, de glasvezel, waarbij digitale transmissiemethoden worden gebruikt (5). Zo is ook een (digitaal) telefonienet onderdeel van het DIVAC net: een 64 kbit/s kanaal wordt aan de gebruiker aangeboden, nadat met behulp van een apart 8 kbit/s kanaal de juiste verbinding is opgebouwd. Dan staat een communicatiekanaal van 64 kbit/s in beide richtingen ter beschikking van de gebruiker(s). Wat hij met dit kanaal doet bepaalt hijzelf, zolang hij zich maar aan de verkeersregels houdt: bijv. de juiste snelheid, de juiste fase, het afgesproken protocol. Hoe het 64 kbit/s kanaal in beide richtingen is uitgevoerd, is voor de gebruiker niet van belang; wel is hij geinteresseerd in de prijs. Zo zijn technici geinteresseerd in de wijze van uitvoering. Nu is het DIVAC systeem een experimenteel systeem: menigmaal werd de gebaande weg verlaten. Zo werd voor wat betreft het telefoniegedeelte bijv. een niet gebruikelijke stapelmethode gekozen voor zowel het traject tussen terminal en aansluitkast in de woning als voor het traject tussen centrale en woning. Daarnaast geeft een op 64 kbit/s kanalen gebaseerde infrastructuur de gebruiker nieuwe mogelijkheden. Beide aspecten komen in dit artikel aan de orde.

2. DE SYSTEEMOPZET

2.1 De structuur van het 64 kbit/s deel

Allereerst bekijken we het "in huis" gedeelte ((5), fig.4). Alle 64 kbit/s terminals zijn stervormig met het centrale actieve punt in de woning, de Gemeenschappelijke Aansluit Kast (GAK), verbonden. De (telefoon)toestellen worden gevoed vanuit deze GAK, de digitalisering van de telefoniesignalen vindt in de toestellen plaats. De transmissie van de digitale signalen tussen toestel en GAK vindt plaats over 2 aderparen. Het telefoniegedeelte van de GAK bevat een 8x8 schakelmatrix, zodat we kunnen spreken van een kleine huistelefooncentrale. In-huis communicatie is dan ook mogelijk (2). De telefoniesignalen bereiken na electrische en optische stapeling (3) de glasvezelkabel, die met de centrale verbonden is.

2.2 De capaciteit van de stapelapparatuur tussen woning en centrale

De capaciteit benodigd voor het transporteren van een gecodeerd spraaksignaal - 64 kbit/s - is zo gering in vergelijking met de transmissiecapaciteit van een glasvezel, dat men al gauw geneigd is het aantal kanalen te vergroten: men kan dan kiezen uit 1, 2, 10 of 30 enz. kanalen als men CEPT aanbevelingen als uitgangspunt neemt. Het telefoniesignaal moest echter electrisch gestapeld worden met een breedbandig signaal (280 MBaud) ([illegible]). De aag naar 64 kbit/s kanalen in het DIVAC project bleef bovendien beperkt tot 4 per woning. Een capaciteit van 5 kanalen werd daarom gekozen om zodoende ook nog een reservekanaal ter beschikking te hebben. De benodigde signaleringscapaciteit van 8 kbit/s per 64 kbit/s kanaal en wat capaciteit voor het transport van de octet-informatie - benodigd voor het onderkennen van de woordstructuur van het 64 kbit/s kanaal - en voor andere besturingssignalen vullen een extra 64 kbit/s kanaal. De te transporten capaciteit werd derhalve 6 x 64 kbit/s = 384 kbit/s.

2.3 De capaciteit van de stapelapparatuur tussen toestel en GAK

Een telefoontoestel heeft een 64 kbit/s volledig tweeweg ("full-duplex") kanaal nodig en

een signaleringskanaal; volgens de toenmalige inzichten werd hiervoor 8 kbit/s gekozen. Bovendien is hier, eveneens als op het traject woning-centrale capaciteit nodig voor het transport van de octet-informatie en van andere besturingssignalen (bijv. t.b.v. het activeren en deactiveren van de verbinding).

3. STAPELMETHODEN

3.1 Tussen woning en centrale

In het algemeen zijn in een transmissiesysteem de volgende functionele delen te onderscheiden: na stapeling/ontstapeling treffen we een lijnafsluiting ("line termination") aan met als belangrijke functies: lijncodering/effening, lijndecodering/effening, klokextractie, signaal detectie en supervisie van de transmissie. In het algemeen scheidt men de stapelfunctie van de lijnaanpassing om de stapelapparatuur onafhankelijk te kunnen kiezen van het transmissiemiddel. In het DIVAC systeem zijn we nu van deze aanpak afgeweken om een eenvoudiger implementatie mogelijk te maken.

Voor glasvezeltoepassingen ligt een binaire lijncodering voor de hand vanwege het aan-uit karakter van een optisch transmissietraject. Zelfs dan zijn er veel keuzes mogelijk: 1B1B, 1B2B, 3B4B, 5B6B, 6B8B, 4B8B, 7B8B, enz. Door per mBnB lijncode verschillende afbeeldingsmethoden te kiezen of uit te gaan van meerdere codetabellen zijn ontelbaar veel variaties mogelijk. Op het dr. Neherlaboratorium was de 6B8B lijncode grondig onderzocht en de afbeelding van de 6 bit woorden op de 8 bit woorden geoptimaliseerd: er is slechts een codetabel (een toestand), de gemiddelde foutvermenigvuldigingsfactor is laag nl. 1,6 en elk lijncodewoord is gebalanceerd.

Dit alles wordt uiteraard betaald met een lijnsnelheid, die een factor 8/6 hoger is. Het telefoniesysteem gebruikt deze 6B8B lijncode; een 1B2B lijncode en een 5B6B lijncode worden eveneens gebruikt resp. voor het transport van audio- en videosignalen (4),(6).

Zoals eerder vermeld worden stapelfunctie en lijnaanpasfunctie gewoonlijk onafhankelijk van elkaar gerealiseerd; dit gebeurt bijv. bij de welbekende 30 kanalen stapelapparatuur, resulterende in een seinsnelheid van 2048 kbit/s. De stapelapparatuur bouwt in zulke gevallen een raster (frame) op, dat bestaat uit binaire symbolen en alle informatie bevat. Een rasterwoord met een zo gering mogelijke nabootsingskans bij verschuiving wordt gekozen en als de inhoud van de gestapelde kanalen willekeurig is, is het vinden van het echte rasterwoord mogelijk. Een uniek en niet nabootsbaar rasterwoord is - zonder lijncodering - alleen dan te kiezen als de kanaalinhoud onderzocht wordt en nabootsingen van het rasterwoord geëlimineerd worden, voordat transmissie plaatsvindt; elders in het raster moet dan wel worden aangegeven of en waar een dergelijke correctie gebeurd is. Een uitgebreide behandeling van dit onderwerp is te vinden in (1).

De keuze was gevallen op de 6B8B lijncodering, een woordcodering. Dit betekent dat alleen al vanwege de lijncodering aan ontvangstzijde deze 8 bits lijnwoordorganisatie bepaald moet worden. Om nu de apparatuur bij de abonnee zo eenvoudig mogelijk te houden werden in het DIVAC systeem de stapelfunctie en de lijncodering gecombineerd. Stapeling en lijncodering gaan dan als volgt (fig.1): zes synchrone 64 kbit/s kanalen - 5 voor de gebruikerskanalen, 1 voor 5 signaleringskanalen

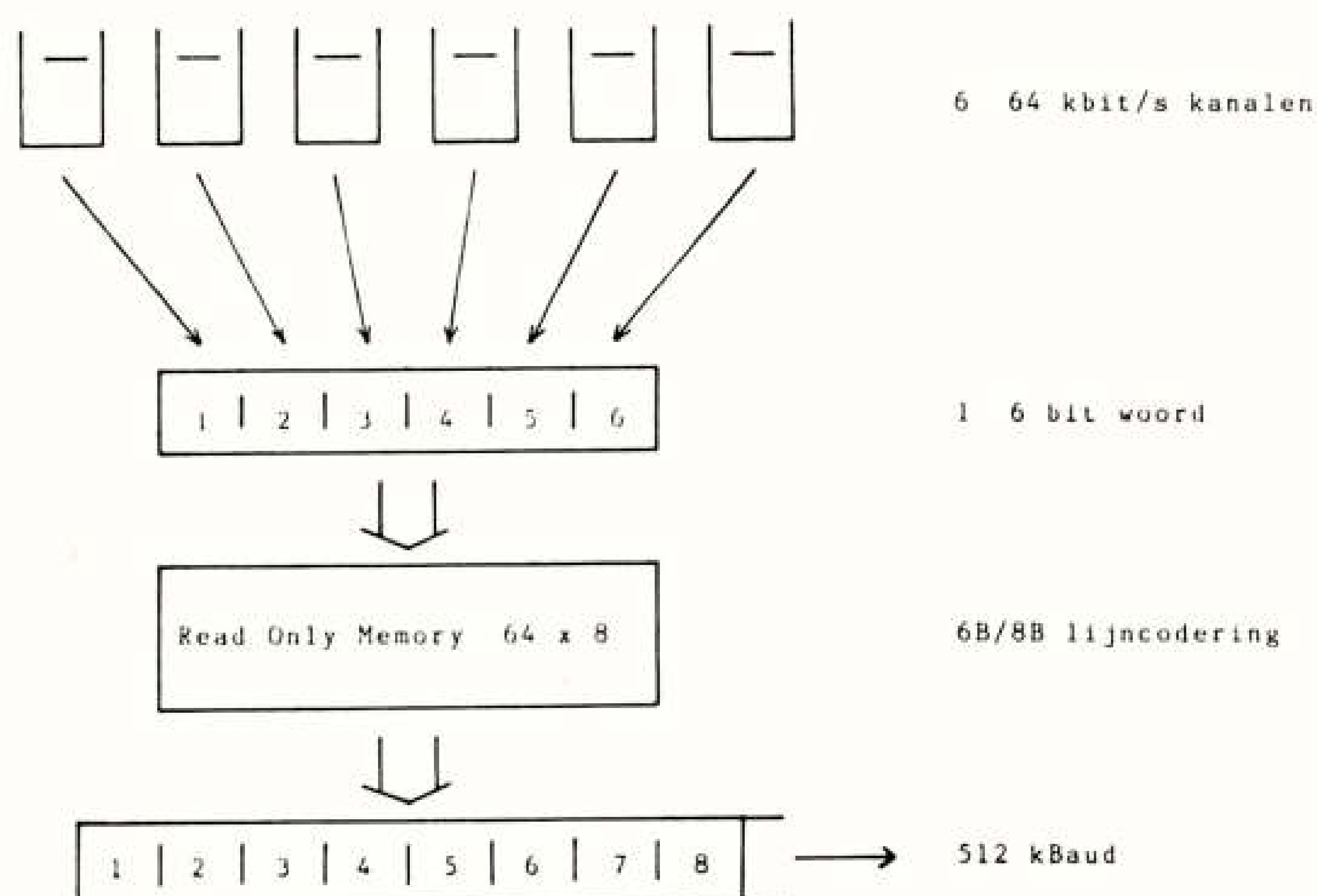


Fig. 1: Stapeling en lijncodering in de 6 kanalen stapelapparatuur.

van elk 8 kbit/s en de overige functies - vormen elke 16 microseconde (1/64000 sec.) een 6 bit woord. Kanaal 1 vult bit 1, kanaal 2 vult bit 2 enz. Dit 6 bit woord wordt d.m.v. een Read Only Memory (ROM) vertaald in een 8 bit woord volgens de lijncode tabel. Deze 8 bit woorden worden in serie gezet en met de seinsnelheid van 512 kBaud, nl. 8/6 x 384 kbit/s verzonden. Als aan ontvangstzijde de lijnwoordorganisatie bepaald is, is daarmee ook de kanaaalindeling bepaald nl. 6 kanalen van elk 64 kbit/s. Om de bepaling van de lijnwoordorganisatie nagenoeg onafhankelijk te maken van de kanaalinhoud van de 64 kbit/s kanalen is het willekeuren (scrambling) van de 64 kbit/s kanalen gewenst.

3.2 Tussen toestel en GAK

Teneinde het aantal electronica bouwstenen in het toestel zo klein mogelijk te houden, worden het 64 kbit/s gebruikerskanaal, de 64 kHz klokinformatie, het 8 kbit/s signaleringskanaal en de 8 kHz octet-informatie op de in fig. 2 geschetste wijze gestapeld. De seinsnelheid is 256 kBd, een 5 niveau signaal met gelijkstroominhoud maakt het regenereren van de kloksignalen, die in het toestel nodig zijn voor tijdcorrecte pulshoogtedetectie en transmissie van de informatie naar de GAK, eenvoudig.

Een aanbeveling over dit toestelkoppelvlak in CCITT overleg is nagenoeg rond (aanbeveling I431). Deze aanbeveling verschilt aanzienlijk van het hierboven beschreven concept. Zo wordt voor het signaleringskanaal een capaciteit van 16 kbit/s aanbevolen i.p.v. de in het DIVAC systeem gekozen 8 kbit/s. De ontwikkelingen zijn de afgelopen 2 jaar snel gegaan: de CCITT aanbeveling I431 zal zelfs een passieve bus toepassing mogelijk maken.

4. GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN VAN 64 KBIT/S COMMUNICATIENETTEN

Uiteraard kunnen we met een dergelijk net, gebaseerd op het transport van 64 kbit/s informatie, spraaksignalen vervoeren. Als we uitgaan van de door CCITT aanbevolen A-wet codering (aanbeveling G712) met een bandbreedte van 3100 Hz (nl. van 300 Hz tot 3400 Hz) kunnen we niet spreken van een revolutionaire verbetering van de spraakkwaliteit. Als echter een eind-naar-eind 64 kbit/s pad gemaakt kan worden is m.b.v. andere spraakcodeertechnieken, bijv. ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) bandbreedtevergroting (7 kHz) en daarmee aanzienlijke kwaliteitsverbetering mogelijk.

Het grote voordeel van 64 kbit/s kanalen is echter de geweldige datatransmissiecapaciteit; deze kan benut worden voor het snelle transport van tekst, grafische informatie, "slow scan" televisiebeelden, programmatuur of de beveiliging van langzaam datatransport. Al deze diensten zijn niet te demonstreren met een gewoon telefoontoestel, ook al is dit digitaal en geeft de buitenband signalering een groot gebruikersgemak. Daarom werd een terminal - genaamd Datafoon - ontworpen, die iets laat zien van de mogelijkheden van een 64 kbit/s net, ook al houdt dit op bij de (analoge) huistelefooncentrale, die het DIVAC systeem koppelt met het openbare net. Deze terminal heeft tot doel te onderzoeken hoe op zinvolle wijze een intelligente dataterminal, gecombineerd met een telefoontoestel, gebruik kan maken van een digitaal net, dat gebaseerd is op 64 kbit/s transport. De Datafoon (fig.3) zie ook (2)) bestaat in principe uit een persoonlijk rekentuig (Personal Computer), gecombineerd met een digitaal telefoontoestel.

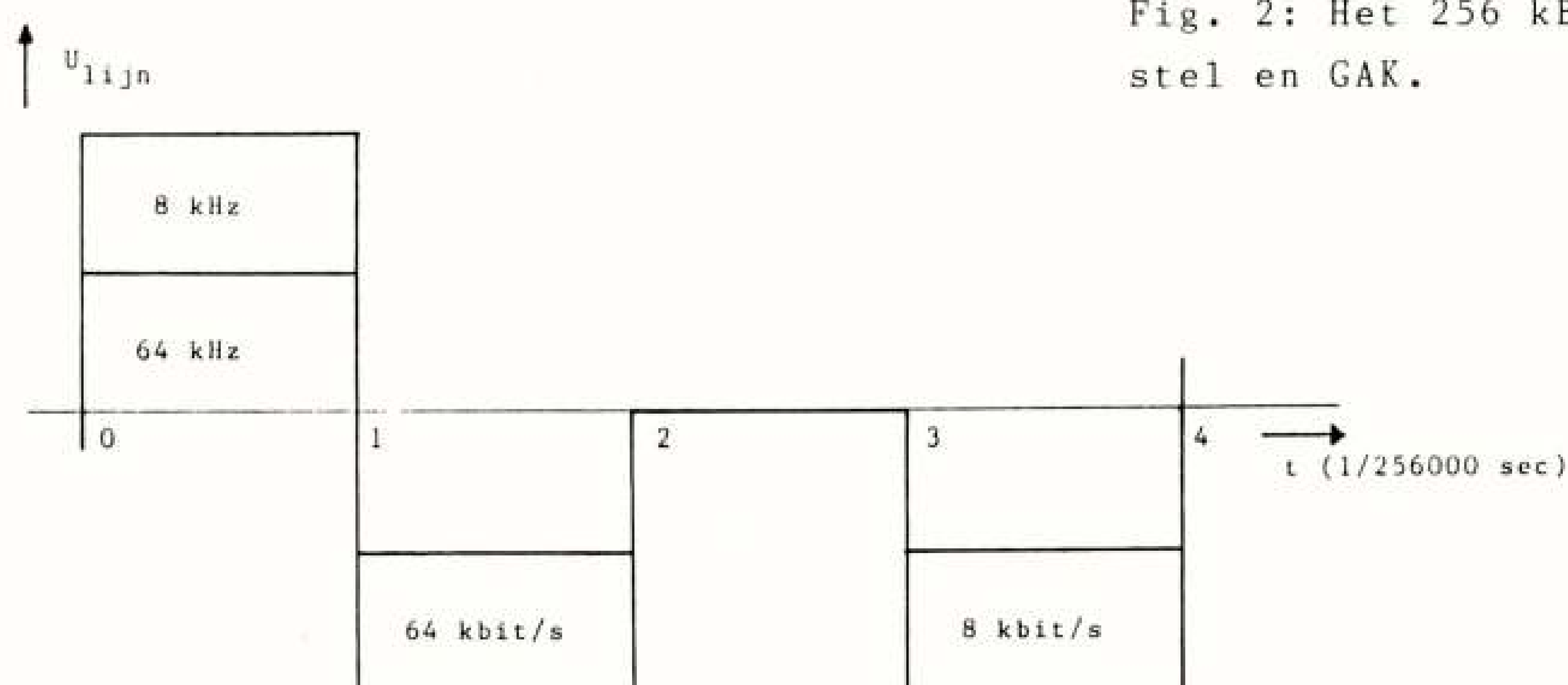
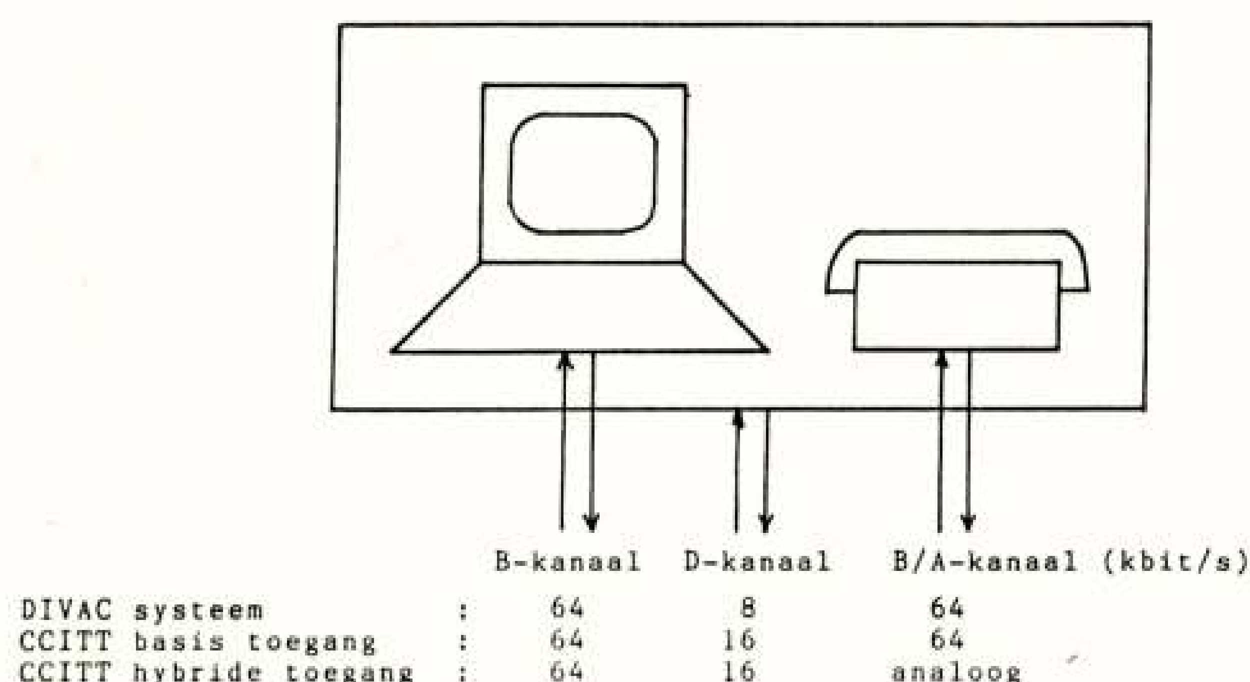


Fig. 2: Het 256 kBaud lijnsignaal tussen toestel en GAK.



	B-kanaal	D-kanaal	B/A-kanaal (kbit/s)
DIVAC systeem :	64	8	64
CCITT basis toegang :	64	16	64
CCITT hybride toegang :	64	16	analoog

Fig. 3: Structuur van de toegangskanalen van de Datafoon

Beide hebben een aansluiting op het 64 kbit/s communicatienet. Een 8 kbit/s signaleringskanaal verzorgt de besturing van de 64 kbit/s kanalen van de Datafoon. Om verschillende diensten te kunnen simuleren werd in de DIVAC centrale een achtergrondgeheugen geplaatst (5 Mbyte groot, 300 ms toegangstijd), bestuurd door een micro computer. Deze Datafoon sluit - althans qua kanaalopbouw - aan bij de in CCITT overeengekomen basistoegang ISDN (Integrated Services Digital Network) van 64+64+16 kbit/s of het alternatief van 64+16+A (A = analoge telefoonaansluiting). In het laatste geval kan het toestelgedeelte in de Datafoon analoog blijven, zonder noemenswaardige vermindering van de dienstverlening. De Datafoon biedt in principe de volgende mogelijkheden:

- personal computer
- electronisch geldverkeer
- electronische post
- persoonlijk adresbestand met kiesmogeljkheid
- laden van programmatuur ("down-loading")
- tekstcommunicatie
- nieuwsdienst met bladermogelijkheid
- enz.

5. TENSLOTTE

De beschrijving van het DIVAC-telefoniesysteem in dit artikel kan niet anders dan beknopt zijn. Voor wat betreft de behandeling van de besturing van het telefoniesysteem wordt verwezen naar de bijdrage van ir. J. van Diggele (2). De auteur is overigens altijd bereid vragen naar aanleiding van dit artikel te beantwoorden.

Velen hebben op de een of andere wijze bijgedragen aan het hierboven beschreven gedeelte van het telefoniesysteem; dank gaat met name uit naar L.Wennekes, die het grotendeels ontwikkelde en verwerkelijkte.

REFERENTIES

1. Bylanski, P and Ingram, D.G.W., "Digital transmission systems", Peter Peregrinus Ltd., England, 1981, Chapter 5.

2. Diggele, J.v., "Terminals en signalering", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr.5, 1983.

3. Ekkelenkamp, H., "Aspecten van digitale glasvezelverbindingen in DIVAC", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr.5, 1983.

4. Etten, W.C. van, "Audiodistributie in het DIVAC "in-house" systeem", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr.5, 1983.

5. Heijden, J. v.d., "Het DIVAC project", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr.5, 1983.

6. Roetering, R.L.J., "A/D conversie van videosignalen en lijncodering", Tijdschrift van het NERG, deel 48, nr.5, 1983.

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

HET ONTWERPEN VAN EEN DIGITALE BREEDBANDIGE SCHAKELMATRIX

Ir. A.J.R.M. Coenen, C.M. van der Knaap
Technische Hogeschool Delft

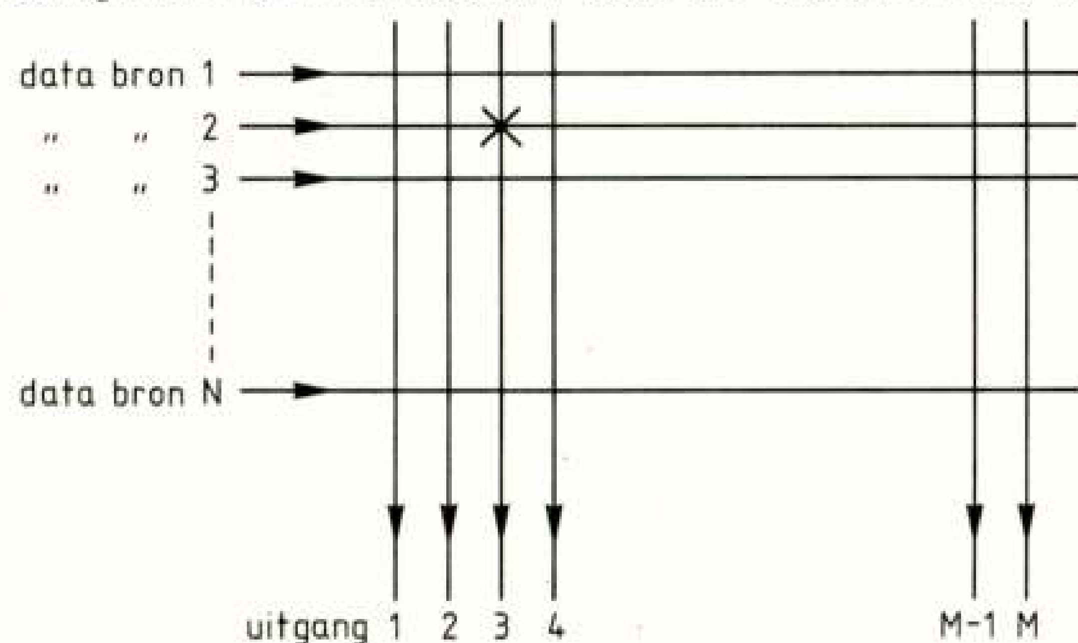
The design of a digital broadband matrix switch. A communication system as suggested by the DIVAC "in house" project, requires a switch function within the local exchange.
A scale model of a "space type" matrix switch (16 inputs, 12 outputs) is realised for the routing of 140 to 560 Mb/s two-level signals by standard techniques and with the usual components. In this paper several specific aspects of the realisation are elucidated and their affects upon this "mini"-transmission system are discussed.

INLEIDING

Reeds in het begin van de studiefase van het DIVAC project (1978) kwam vrij direct het belang van de kiesfunktie in een denkbaar lokaal glasvezelnet naar voren.
Wel zo'n 300 abonnees zouden uit 10 à 30 datastromen (bronnen) op afstand een keuze moeten kunnen maken.
Vanwege de geschatte breedbandigheid en de geringe demping per km. van toekomstige glasvezels werd voor de datastromen gedacht aan seinsnelheden in de orde van 140 à 560 MBd en zelfs nog hoger. De informatie die in deze signalen verborgen is, betreft een of meer video signalen, audio-, telefoniesignalen of signalen met een 'nieuwe diensten' karakter (databanken, bewaking, e.d.).
Ook onderlinge combinaties zijn mogelijk.
Uitgaande van deze summiere gegevens en de op het laboratorium voor Transmissie van Informatie van de TH Delft aanwezige expertise op 'hoog frekwent' gebied is het ontwerp van een breedbandige elektronische (space-)kiezer (schakelmatrix) als een uitdagende en vrije opdracht ter hand genomen. Het hoeft geen betoog dat door de veelheid van aspecten bij dit ontwerp op een beperkt aantal ingegaan kan worden. Bovendien zal om het overzicht niet te verliezen de benadering veeleer kwalitatief dan kwantitatief zijn.

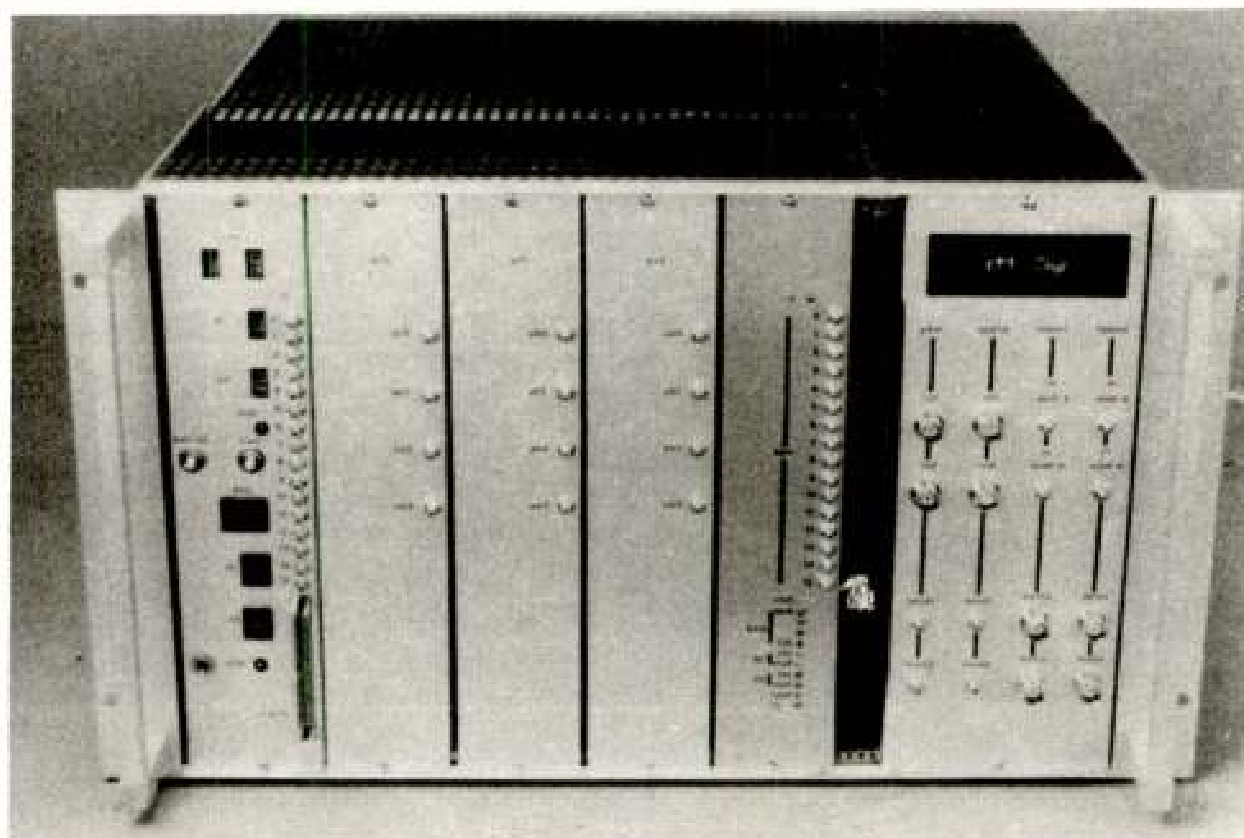
Een kleinschalig model

Een vereenvoudigd schema weergegeven in figuur 1 toont duidelijk de matrixstructuur voor de kiezer. Deze heeft



Figuur 1 M uit N kiezer met matrix structuur

N in- en M uitgangen. Bij hooguit één geactiveerd kruispunt per kolom (bijv. kruispunt rij 2, kolom 3) wordt databron 2 doorverbonden met uitgang 3, die een onafhankelijke aansluiting voorstelt. Hoewel we voor het gemak dit een abonnee aansluiting zullen noemen, zijn er per abonnee meerdere onafhankelijke aansluitingen mogelijk.
Om relatief snel een indruk te krijgen van de wezenlijke problemen bij het ontwerpen en realiseren van een schakelmatrix (SM), is in overleg met de DIVAC-partners gekozen voor een kleinschalig model waarmee minstens 4 abonnees uit 16 databronnen een keuze kunnen maken. Een keuze komt tot stand middels een opdracht van een abonnee aan een microprocessor systeem die (o.a.) de SM bestuurt.
Hoewel ook dit systeem binnen ons laboratorium ontworpen is, wordt hierop in dit artikel niet ingegaan, behoudens de vermelding dat het effectueren van een wens van een abonnee binnen 0,5 sec. dient te geschieden. Bij zo'n keuze ontstaat in de ontworpen SM een verbinding met een transparant unidirectioneel karakter. Mogelijke tijddemultiplexing van het ingangssignaal vindt dus niet plaats binnen de SM-kast.



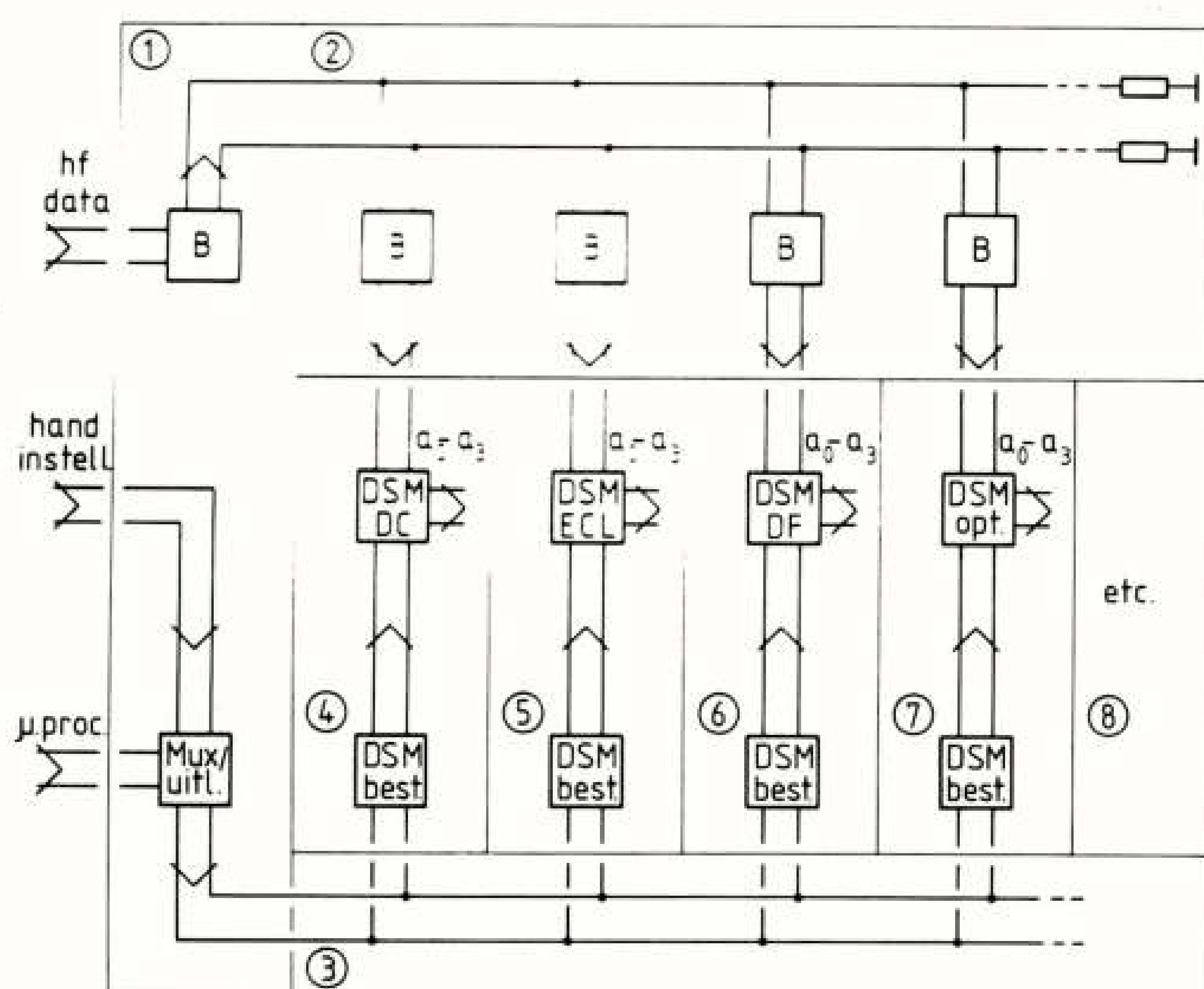
Figuur 2 De schakelmatrix kast

Op het vooraanzicht van deze kast (fig. 2) zijn 6 modulen te onderscheiden.

Op kommando van de microprocessor (brede plug, linker moduul) of via een handbediening (duimwielen, drukschakelaars) kunnen willekeurig 1 uit 16 ingangssignalen naar 12 onafhankelijke uitgangen (3 modulen) gerouteerd worden (abonnee 0 t/m 3, groep 0 t/m 2). De hierbij toegepaste uitvoeringsvormen van de groepen 0, 1 en 2 zijn respectievelijk - discrete componenten (DC) -, - ECL - (emitter coupled logic) - en dikke film (DF) -. Tevens kunnen voor testdoeleinden de (data-/besturings-) signalen op de lus gecontroleerd worden. Geheel rechts bevinden zich 2 Puls Frekwentie Modem's (modulator, demodulator) t.b.v. een vergelijking van PFM met 1-bit codering (een gemodificeerde delta-sigma modulatie) en PCM (Puls Code Modulatie)

Modulaire bouw

Het is vooralsnog onmogelijk om op één printkaart van bijv. dubbel-euroformaat, een SM te realiseren met 16 ingangen en enkele honderden uitgangen. In ons geval splitsen we de 16 naar 12 SM op in een drietal groepen (deelschakelmatrices: DSM's) van elk 4 uitgangen, a_0 t/m a_3.



Figuur 3 De modulaire opzet

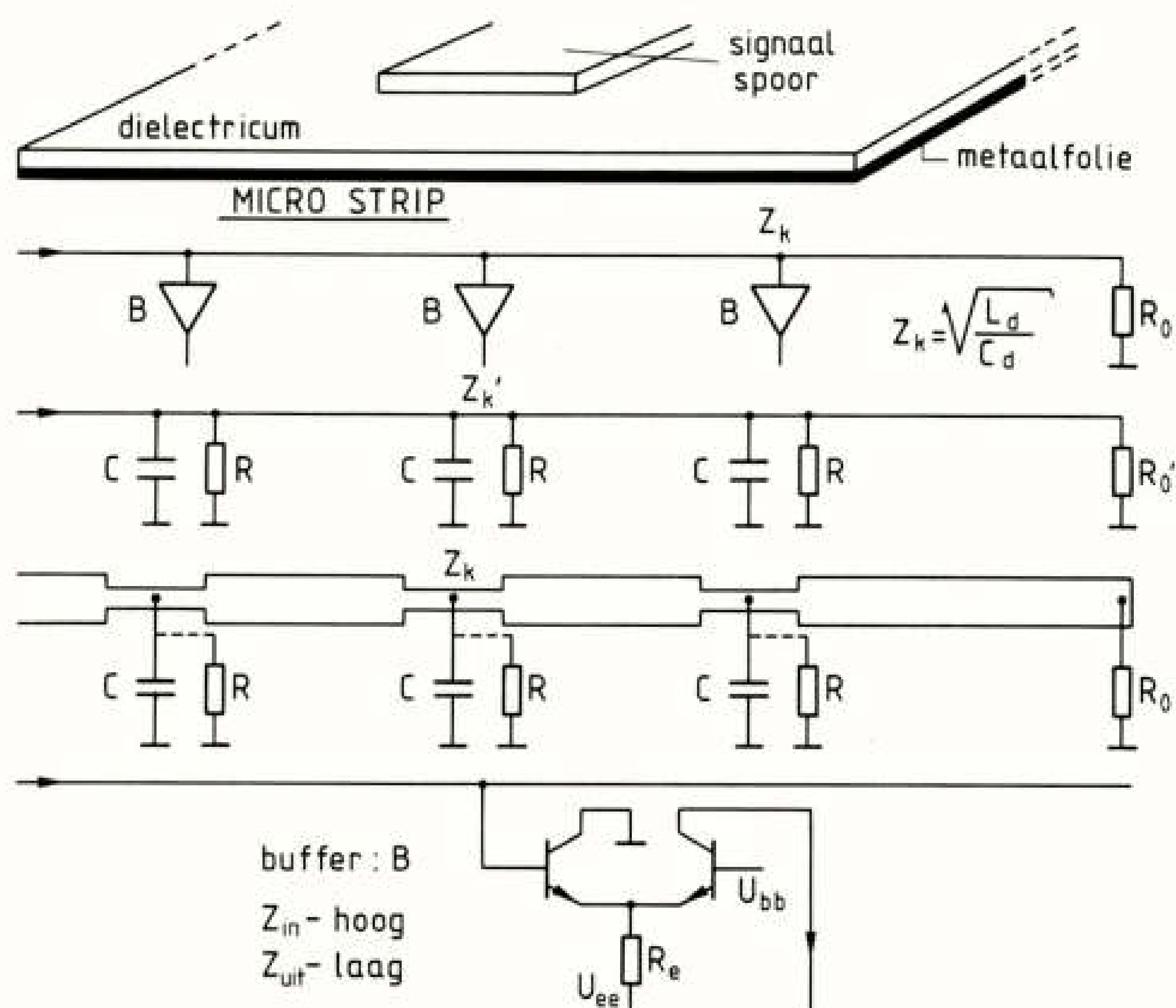
In fig. 3 is dit modulaire karakter verder uitgewerkt. Hierin zijn in principe 4 DSM's aangegeven, te weten DC ④, ECL ⑤, DF ⑥ en optional ⑦. Iedere DSM ontvangt via 16 Buffers (B) (locatie ①) zijn informatie van de databus. Van deze bus, bestaande uit 16 microstrips, zijn slechts 2 lijnen getekend. Besturingsinformatie afkomstig van de microprocessor of van de simulatie ervan via de handbediening, komt via mux/uitl. op de besturingsbus ③ (10 microstrips, slechts 2 lijnen getekend). De besturingslogica op de DSM controleert de besturingsinformatie op het eigen DSM-rugnummer. Indien dit nummer hiermee overeenstemt, wordt na detectie van het kruispunt nummer, het gekozen kruispunt aan- of uitgezet.

Bij een volgende besturingsopdracht, kan deze situatie gehandhaafd blijven. Dit vereist dus één geheugenfunktie per kruispunt. Dit houdt niet in dat er per abonnee uitgang 16 geheugen elementen nodig zijn. Immers ieder abonneekiezer (één matrix kolom) bestaat uit één 16 naar 1 multiplexer (N.B. een multiplexer in de zin van de schakeltechniek en niet te verwarren met tijd of frekwentie multiplex; TDM/FDM).
Het minimaal noodzakelijke aantal besturingslijnen komt voor één 16 naar 1 multiplexer op 5 (selectie 4x, enable 1x), zodat hierdoor per kiezer slechts 5 geheugenelementen noodzakelijk zijn.

We zien dat door de aanwezigheid van een busstructuur in het besturings- en datacircuit een modulaire bouw mogelijk wordt. Zelfs op de DSM is een modulaire bouw mogelijk door iedere 16 naar 1 multiplexer gecombineerd met 5 geheugenelementen als moduul op te vatten.

Breedbandigheid van het datacircuit

Uitgaande van de in de inleiding vermelde wensen t.a.v. de seinsnelheden, is botweg gekozen voor de hoogst haalbare bitrate (ondergrens 140 Mb/s) onder voorwaarde dat standaard componenten en gangbare technieken toegepast kunnen worden.
De afstanden die door het hf datasignaal worden afgelegd in de gebruikte kast (dubbel 19 inch) hebben een grootte orde van enkele tientallen cm. Het datasignaal bevat spectrale componenten waarvan de golflengte (λ) in de orde van de te overbruggen afstanden ligt. Dit dwingt ons tot het toepassen van òf eenvoudige zeer korte geleiders (lengte $\leq 0{,}1\lambda$ van de hoogste spectrale component) òf van golfgeleiders inclusief golfgeleider componenten, die met hun karakteristieke impedantie correct afgesloten dienen te zijn. Iedere plaatselijke afwijking van deze karakteristieke impedantie van de golfgeleiders (transmissielijnen) levert een bijdrage aan de verlaging van de bandbreedte van het gehele datacircuit van in- naar uitgang. Het spreekt voor zich, dat dit aspect een grote aandacht heeft gekregen.
De transmissielijnen in de SM zijn asymmetrisch uitgevoerd en wel hoofdzakelijk in de vorm van microstrips. Via de techniek van de gedrukte bedrading wordt uitgaande van de gangbare printplaten (epoxyglas/tweezijdig koper) aan een zijde printsporen van zeer specifieke breedtes geëtst. Bij gegeven afmetingen van de plaat en de diëlectrische constante (ε_r) van het substraat, kan via de te kiezen spoorbreedte de karakteristieke impedantie (Z_k) worden berekend en ingesteld.
Een schets van een microstrip is in figuur 4 gegeven. Omdat voor een ideale microstrip geldt: $Z_k = \sqrt{(L_d/C_d)}$ met L_d en C_d resp. de zelfinductie en capaciteit per lengte eenheid, is snel in te zien dat bij het smaller worden van de spoorbreedte de Z_k toeneemt. Om de gedachte te bepalen: bij $Z_k = 50\Omega$ is de spoorbreedte (glasepoxy, gangbare dikte) circa 2,5 mm.



Figuur 4 De microstrip als signaaldistributielijn

Tevens is in fig. 4 een voorbeeld gegeven, hoe de distributie van één van de (16) datasignalen naar de DSM's zou kunnen verlopen. Om de Z_k van de betreffende microstrip bij het aftappen van het datasignaal niet te beinvloeden, zijn er buffers (B) nodig met hoge in- en lage uitgangsimpedantie en een spanningsversterking van bijv. 1. Helaas is de praktijk niet ideaal. De buffers bezitten bijv. een ingangscapaciteit (C) en ingangsweerstand (R) (men denke aan een verschilversterker) die beide bovendien nog frekwentieafhankelijk zijn. Ook dient men bij de interconnecties naast de genoemde grootheden bovendien met de zelfinductie ervan rekening te houden. Deze laatste kan bij uiterst korte verbinding vaak verwaarloost worden. Dit samen introduceert een plaatselijke verstoring van Z_k, die slechts gedeeltelijk gecompenseerd zou kunnen worden door de microstrip lokaal in te snoeren, d.w.z. haal plaatselijk capaciteit weg en verhoog de zelfinductie dusdanig dat Z_k constant blijft. Het hier geschetste voorbeeld vormt slechts een afspiegeling van een van de vele oorzaken, waardoor vervorming van het datasignaal kan ontstaan.
Men kan zich voorstellen dat bij een eventuele schaalvergroting t.a.v. de aantallen aan te sluiten abonnees de datadistributie een overheersend probleem kan gaan vormen, doordat de keten van mogelijke verstoringen langer wordt. Eventuele miniaturisering van de DSM's zou kunnen leiden tot een dichtere stapeling van aftakkingen op de distributiebus, waardoor de voornoemde insnoeringen (fig. 4) zo dicht naast elkaar kunnen komen te liggen dat de microstrip smal tot zeer smal wordt bij gelijkblijvende Z_k=50Ω.
Eén van de redenen waarom deze Z_k niet te laag gekozen kan worden, is gelegen in de keuze van de logische slag van het datasignaal van 0,8V, conform de ECL-techniek.
Met gangbare transistoren (f_T=5 GHz) bij een toegepaste Z_k=50Ω resulteert dit in een signaalstroom van ca. 20 mA. Naast de eventuele onvolkomenheden van de transmissielijnen als passieve elementen veroorzaken alle aktieve elementen in het datacircuit ook een bandbreedte begrenzing. Deze kan echter gering zijn. Benevens het oscillatie vrijhouden van aktieve schakelingen dient op één aspect hierbij goed gelet te worden, nl. het aantal keren dat een datasignaal een bufferversterker passeert.
Deze gedragen zich als regeneratoren (comparatoren) waarin het datasignaal vergeleken wordt met een referentiespanning V_{BB} (fig. 4 onderaan). Iedere afwijking in deze spanning, zowel statisch als dynamisch, geeft aanleiding tot distorsie (flankverschuiving). Deze kan ontoelaatbaar groot worden als het passeren van een buffer te vaak voorkomt.
De angst hiervoor is het meest gerechtvaardigd zodra de bandbreedte van de transmissieweg, inclusief buffers, in vergelijking met de seinsnelheid te krap bemeten is. Een blokvormig ingangssignaal resulteert snel in een sinusoïdaal-achtig signaal.
Hoewel het voor de hand ligt om de snelste professionele ECL-buffers (100 K-family) toe te passen, zijn in de SM om redenen van geometrie zelfgemaakte, solitair opgestelde buffers toegepast.
Een circa 10 cm brede aanvoerstroom van microstrips zou anders plaatselijk moeten convergeren tot één mm. - dit is de breedte van een ECL-chip met buffers - waarna weer een divergentie tot de oorspronkelijke breedte dient te volgen.

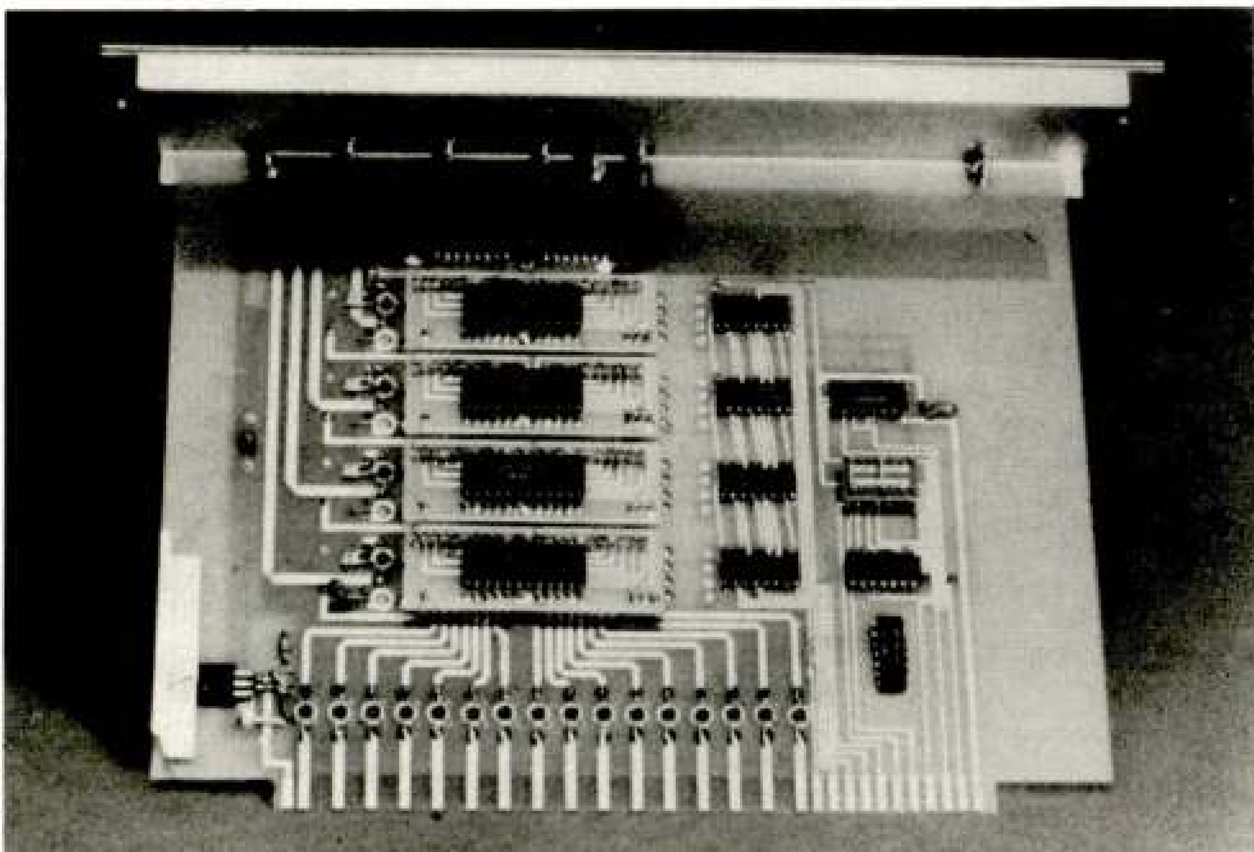
De deelmatrices (DSM's)

Bij het ontwerpen van een DSM dringt de gedachte aan een chip uitvoering zich snel op. Dit laat zich eenvoudig illustreren aan de hand van fig. 1. Men moet zich realiseren dat er M · N kruispunten zijn en dat bij een beperkt aantal componenten (x) per kruispuntschakelaar er minstens x.M.N componenten per matrix nodig zijn. Bovendien moet ieder kruispunt van een besturingslijn (naar logica, geheugens e.d.) worden voorzien. Bij het invullen van realistische getallen zal men schrikken van de aantallen componenten en besturingslijnen.
Er zijn een aantal redenen waarom (voorlopig) geen chips zijn toegepast. De fabricage hiervan met daarop 5 GHz-transistoren (men denke aan 100 K ECL) is (nog) een exclusieve aangelegenheid van een aantal bedrijven (Philips, Fairchild). Deze techniek is voor de TH vooralsnog onbereikbaar. Hoewel de vergelijking mank gaat, zijn in zijn algemeenheid de problemen op een chip even groot en soms nog groter dan bij een wat grofstoffelijke uitvoering met standaard componenten. Zo zal vanwege het nagenoeg tweedimensionale karakter van een dergelijke chip het aantal kolommen beperkt moeten blijven door de aanwezigheid van kruisingscapaciteiten tussen rijen en kolommen (overspraak!).

Vanwege de concentratie van aktieve elementen op een chip speelt de toe te stane dissipatie een beperkende rol.
Ter vergelijking zijn voor het ontwerp van de DSM's 3 verschillende technieken toegepast die we de revue laten passeren.

ECL uitvoering

Uitgaande van vier 16 naar 1 ECL-multiplexers, type F100164, fabrikaat Fairchild, is een DSM ontworpen (zie afbeelding 5).



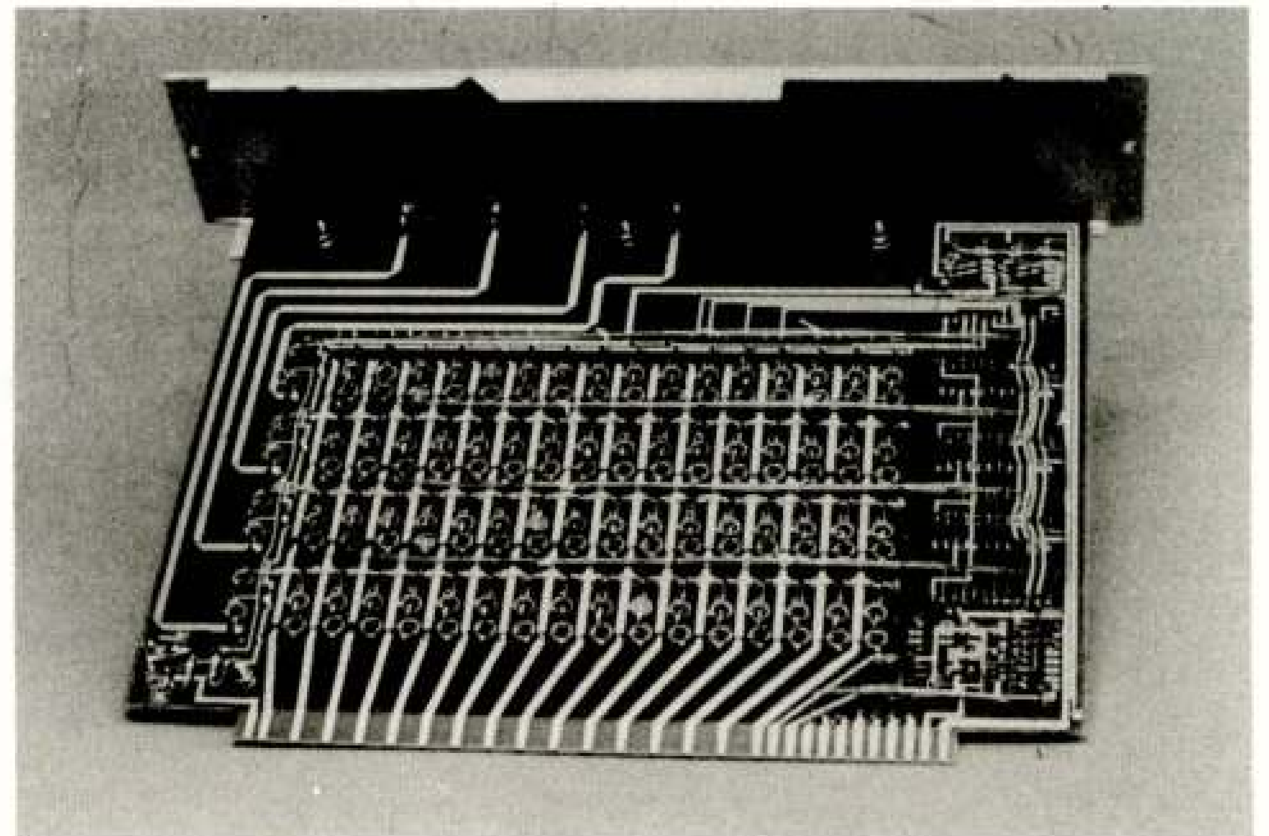
Figuur 5 De ECL uitvoering

Omdat elders in de SM een logische slag van 0 tot -0,8V wordt toegepast, zijn op deze DSM 16 levelshifters (emitter-volgers) nodig ter aanpassing van de logische slag van ECL (-0,9V tot -1,7V). De signaal distributie via microstrip en afsluitweerstand verloopt conform met die van de databus. Een alles overheersend probleem ontstaat bij de aansluiting van het IC (opp. ca. 1 mm^2) aan een 16-tal microstrips met een gezamenlijke breedte van ca. 10 cm. Dit gevoegd bij de nooit kloppende aansluitvolgorde van de 16 inputs en de 16 microstrips, noopte ons tot het maken van subcarriers. De op deze wijze gerealiseerde interconnecties, microstrips tot chip, met een gemiddelde lengte van 3 cm. gedragen zich als niet afgesloten transmissielijnen. Bijgevolg dat een transmissiesnelheid van 140 Mb/s nog net haalbaar was.
Een gedeeltelijke oplossing hiervoor is wellicht te vinden in het toepassen van meerlaags printtechnieken (multi layer) gecombineerd met strip lines (stripline: een printspoor, ingebed in een substraat met aan twee zijden een metalen afscherming).
De besturing (geheugenelementen e.d.) is uitgevoerd met LOCMOS-IC's.
Voordelen ECL techniek: professioneel IC, standaardtechniek, reductie van het aantal kruispuntbesturingslijnen op de chip, kruisingscapaciteit (kolom-rij) nihil door drie-dimensionale opbouw.

Nadelen: Dissipatie (alle kruispunten aktief of niet aktief dissiperen), aansluitingsproblemen bij veel databronnen.

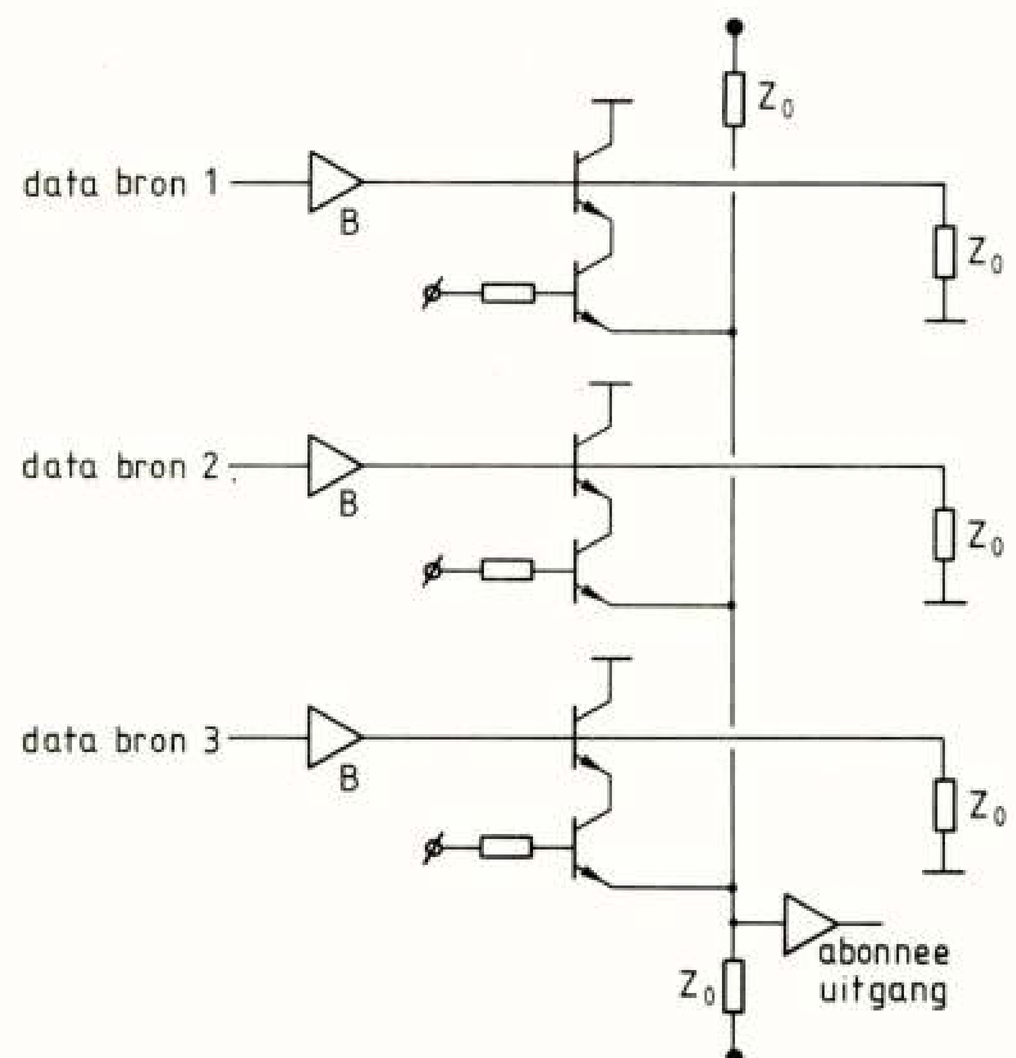
Discrete componenten uitvoering

Bij deze DSM komt (in afbeelding 6) het matrix karakter duidelijk naar voren.



Figuur 6 De discrete componenten uitvoering

Nagenoeg in een twee-dimensionaal vlak worden de 16 signaalvoerende microstrips (rijen) door 4 signaalafvoerende microstrips (kolommen) loodrecht gekruist. Alleen op de kruispunten worden de aanvoerende microstrips met een gebogen draadgeleider overbrugd (kruisingscapaciteit 0,2 pF). Aan het eind van de tweezijdig afgesloten afvoerende microstrip wordt het gekozen datasignaal via een buffer uitgekoppeld naar een abonnee uitgang.



Figuur 7 Een 3 naar 1 matrix als voorbeeld

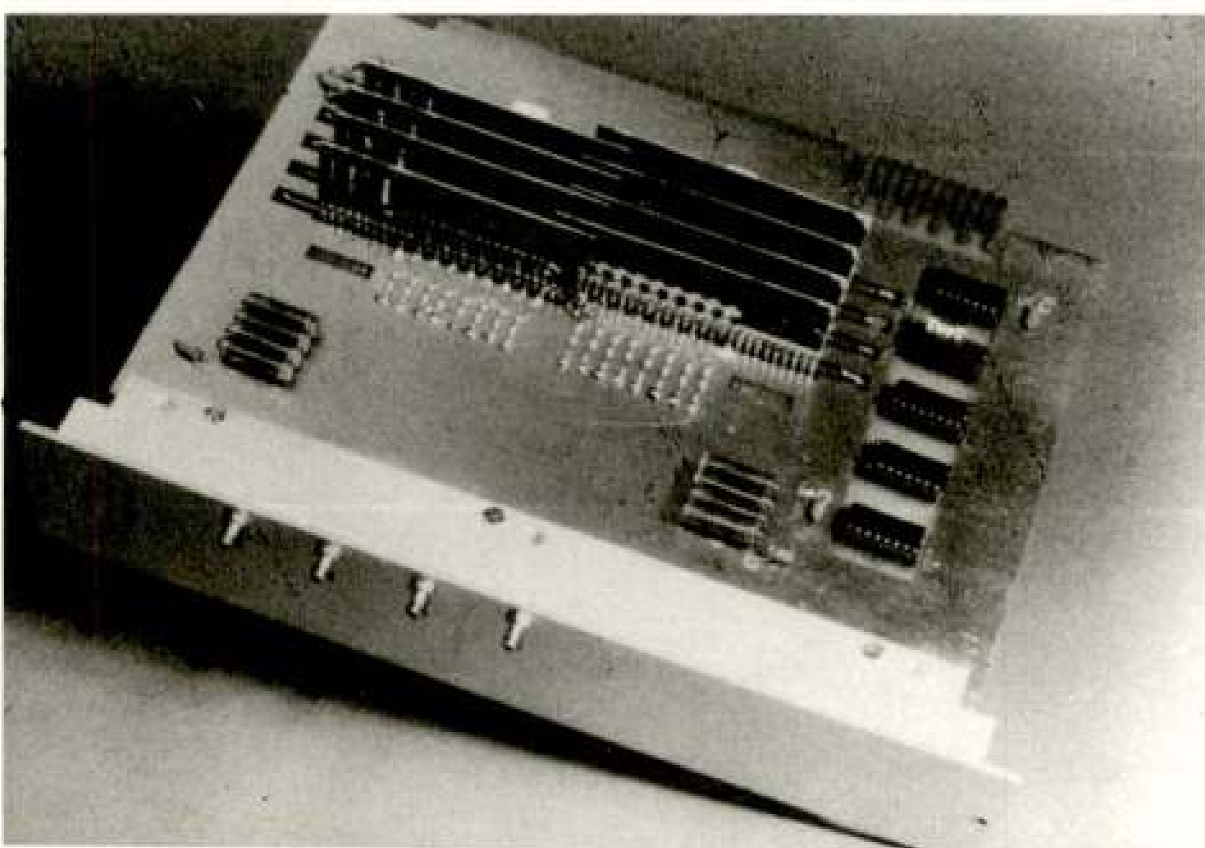
Bij ieder kruispunt bevindt zich een combinatie van een buffer en een schakelaar (zie fig. 7). Deze bestaat in feite uit een emittervolger met in de emitterleiding een in verzadiging te brengen transistor als schakelaar.

(Transistoren: BFT 66, fabr. Siemens, f_T = 5GHz). De twee afsluitimpedanties aan het eind van de microstrip vormen samen de feitelijke emitterweerstand. De schakelaars worden rechtstreeks vanuit de weinig dissiperende LOCMOS-IC's bestuurd. De collector-emittercapaciteit van de schakelaar in uitstand bedraagt ca. 0,2 pF, wat nog een seriedemping van 25 dB oplevert bij 500 MHz. De op deze wijze ontworpen DSM geeft direct voordeel bij een schaalvergroting ten aanzien van het aantal ingangen door de ruimtelijke opstelling van de kruispuntschakelaars en de straffeloze verlenging van het aantal kolommen. Bovendien wordt bereikt dat alleen het aktieve kruispunt dissipeert. De maximale bitrate is ca. 600 Mb/s. Als nadeel zij genoemd: de bouwwijze vraagt veel printplaat oppervlak; seriematig bouw misschien problematisch; de ruimtelijke opstelling van de aktieve elementen garandeert wellicht geen optimale temperatuurstabiliteit.

Dikke film uitvoering

Deze uitvoering lijkt principieel erg veel op de discrete componenten uitvoering. Het electronisch principe is zelfs nagenoeg identiek aan dat van figuur 7. Op een plaatje keramiek (Al_2O_3) wordt via een zeefdrukprocedé in een aantal procesgangen, geleider-, weerstand-, isolatie- en afdekmateriaal aangebracht en in een oven gesinterd. Alle micro miniatuur componenten (transistoren (BFR92), LOCMOS-IC's, fabrikaat Philips) worden in een laatste procesgang na positionering via een eenmalige verwarming vast gesoldeerd. Voor het realiseren van een aantal van onze ontwerpen hebben we van de faciliteiten van de afdeling Technische Natuurkunde gebruik kunnen maken.

Gerealiseerd werden meerdere 8 naar 1 multiplexers. Door de (8) bufferversterker transistoren op een dikke film plaatje uiterst dicht bij de rand te plaatsen bij eenzelfde onderlinge afstand van 0,2 inch als die van de signaalvoerende microstrips op de printplaat, kunnen de interconnecties zeer kort (5 mm) gehouden worden.



Figuur 8 De dikke film uitvoering

Hoewel per dikke film plaatje een bitrate van meer dan 800 Mb/s werd gemeten, daalde na een combinatie van 2 plaatjes tot één 16 naar 1 multiplexer èn na plaatsing op de printplaat deze waarde tot 600 Mb/s. De opstelling van de 8 dikke film plaatjes op de printplaat is te zien in figuur 8.

De voordelen t.o.v. de discrete componenten uitvoering zijn: Kolommen en rijen zijn ruimtelijk gescheiden, serieproduktie eenvoudiger, modulaire bouw, besturing via een busstructuur op de printplaat.
Nadelen: Ruimte winst betrekkelijk door uitbreiding in de derde dimensie, geen optimale temperatuurstabiliteit.

Simulaties

Studenten in hun afstudeerfase hebben kleine representatieve delen van de SM nagebouwd, bemeten en via computersimulatie programma's (SPICE) nagebootst. De bedoeling hiervan is tweeledig; enerzijds een vertrouwen in deze techniek opbouwen en zodoende sneller en gericht te ontwerpen en anderzijds een goede afschatting te krijgen van vaak ongrijpbare procesparameters, zoals de invloed van interconnecties, soldeerverbindingen, e.d. De ervaring leert ons dat simuleren als eerste orde benadering een betrekkelijk doch zeer inzicht verdiepende waarde heeft. De werkelijkheid is vaak complexer dan welk model dan ook.
De goede reproductie eigenschappen van de dikke film (of een andere vergelijkbare techniek) maakt simulatie waardevoller door de konstantheid in afmetingen van lijnen en soldeerverbindingen.

Testsignalen

Teneinde de bruikbaarheid van de SM te testen zijn op ons laboratorium een aantal videomodem's gerealiseerd. Al jarenlang besteden we aandacht aan de zogenaamde 1-bit codering. Dit is feitelijk 1-bit PCM, waarbij met behulp van een hoge klokfrekwentie (140 MHz) en terugkoppeling (Noise Shaping) de informatie verstopt wordt in de gemiddelde waarde van het nullen- en enenpatroon. Demodulatie vindt plaats met behulp van een eenvoudig laagdoorlaat filter. Uitgaande van bemonsterd 'rechthoekig' FM waarbij teruggekoppeld wordt via een eenvoudige lokale demodulator ontstaat een 1-bit code van zeer acceptabele kwaliteit. Op deze manier kan bij 140 Mb/s met beperkte middelen (goedkoop) een beperkte signaal/ruisverhouding (44 dB gewogen) gehaald worden. Het ruisspectrum hierbij is overwegend driehoeksvormig. Omdat in de studiefase bleek dat vooralsnog geen TDM toegepast zou worden, deed bij ons de vraag rijzen waarom er geen PFM toegepast zou kunnen worden. PFM is namelijk 1-bit codering zonder kwantisatieruis ($f_{klok} \rightarrow \infty$). De uiteindelijke kwaliteit van het videobeeld zal voornamelijk bepaald worden door de ruistoevoeging op de transmissieweg, dus door de uiteindelijke draaggolf/ruisverhouding (C/N) aan de ontvangzijde.

Aangezien de verhouding modulaatbandbreedte en basisband-breedte hier vrij groot kan zijn, mag de C/N vrij slecht zijn. Hierdoor zou PFM wel eens voor het lokale glasvezelnet erg aantrekkelijk kunnen worden.
Ten behoeve van overspraakmetingen is de SM aan een pittige test onderworpen. Op alle ingangen op één na werd eenzelfde 140 Mb/s blokvormig signaal aangeboden. Op het overblijvende kanaal werd gekontroleerd of het oogdiagram aan de eisen voldeed. Zoals reeds te verwachten was, bleek alleen de ECL-DSM krap aan de eisen te voldoen, de andere twee uitvoeringen waren zonder meer goed.
Metingen met een bit errorrate meter met 140 Mb/s testsignalen leverden in 8 uur tijd geen fouten op.

Conclusies

De overweldigende hoeveelheid aspecten en hun samenhang bij het SM ontwerp dwingt ons tot voorzichtige conclusies. Een SM, waarbij grote aandacht aan minimale dissipatie per kiezer (matrix kolom) wordt besteed, leidt bij een grootschalige toepassing (veel kolommen, dus veel abonnees) tot een aanzienlijke dissipatie, mede omdat het aantal buffers in het distributiecircuit snel zal toenemen. Daarom zal, indien mogelijk, de logische slag (seinspan) zo klein mogelijk gekozen moeten worden.
Toepassing van IC's (ECL of anderszins) als bufferversterkers lijkt het meest gerechtvaardigd indien multilayer - c.q. stripline-technieken - worden toegepast. Het lijkt aantrekkelijk meerdere IC's met minder buffers per IC gedecentraliseerd op te stellen om te grote convergenties/divergenties van geleiderbundels te voorkomen.
De combinaties van multi-layer - c.q. stripline techniek tesamen met een te IC-en deel van de kolom componenten uit de discrete componenten DSM - zou voor een grootschalige aanpak een oplossing kunnen bieden.
De dikke film techniek biedt in potentie nog iets meer mogelijkheden, zoals het meer gedefinieerd werken op micro miniatuur schaal. Ook het eventueel toepassen van naakte chips wordt mogelijk, waardoor het effect van draadlengtes binnen een conventionele IC-behuizing wegvalt.
Hoewel niet toegepast en niet in de beschouwing betrokken,is 'dunne film' een volwaardige evenknie van dikke film.
Tot slot kan vermeld worden dat aan de gestelde eisen, zeker wat de seinsnelheid betreft, voor het DIVAC inhouse proef voldaan kan worden.

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

TERMINALS en SIGNALERING

ir. J. v. Diggele
PTT Dr. Neher Laboratorium
Afd. Schakeltechniek
830616

Summary:
The intent of this paper is to give an overview of the user-terminals in the Divac-project and the subscriber services they offer.
Special attention will be given to transmission paths connecting these terminals with the central office and the signalling required to establish the connections.

Diensten per terminal

Audio terminal

31 kanalen stereo plus SPI informatie
(Stations en programma identificatie)

Breedband data terminal

Snelle toegang tot groot archief op afstand
Hoge resolutie weergave van de informatie

Video terminal

15 kanalen video beelden, Teletekst, Viditel,
snelle Viewdata Videotheek (informatie + beelden)

Telefonie terminal

Digitale (64 Kbit/s) spraak
Buitenband signalering
Kiesfaciliteiten, terugmelding van systeemstatus

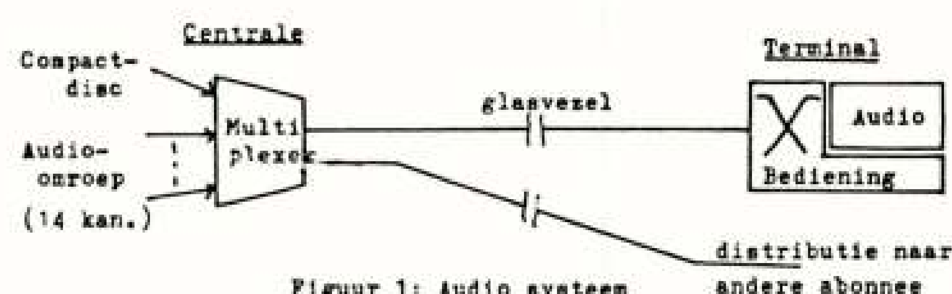
Datafoon terminal

Handenvrij telefoneren
Automatisch telefoneren vanuit adresbestand
Smalband (64 Kbit/s) datadiensten
girodienst/elektronische krant

Van een aantal van deze diensten zal het signalerings-systeem nader worden beschouwd.

Audio systeem

Het audio systeem is een distributief systeem d.w.z. alle beschikbare kanalen worden in de centrale gestapeld en voortdurend tot in de terminal verstuurd.
De selectie van het gewenste kanaal vindt plaats in de terminal via de terminal-bediening.
Uit figuur 1 blijkt dat er 14 kanalen Audio-omroep (van CATV-net) aangesloten zijn, alsmede een compact disc.
Voor het Audio systeem is er buiten de terminal dus geen signalering nodig.



Figuur 1: Audio systeem

Video systeem

Via de video terminal worden de volgende diensten aangeboden:

-- Omroep video
  7 kanalen via CATV-net

-- Betaal T.V.
  2 kanalen doorlopende weergave
  (b.v. nieuws en een film)

-- Videotheek
  3 kanalen video gecombineerd met tekst, die op het scherm wordt weergegeven

-- Viditel
  datadienst in combinatie met telefoon verbinding

-- Snelle Viewdata
  lokale datadienst om snelheidswinst t.g.v. de 64 Kbit/s dataverbinding te tonen

-- Lokale communicatie
  beeldtelefonie en lokale omroep, bewaking op afstand

In het video systeem worden alle video signalen aangeboden aan de videoschakelmatrix, die vanuit de video terminal via de signaling router bedient wordt.
De datadiensten, die in de video terminal gerealiseerd zijn (Viditel, viewdata en videotheek data) hebben elk een verschillende manier van aansluiten.

Viditel

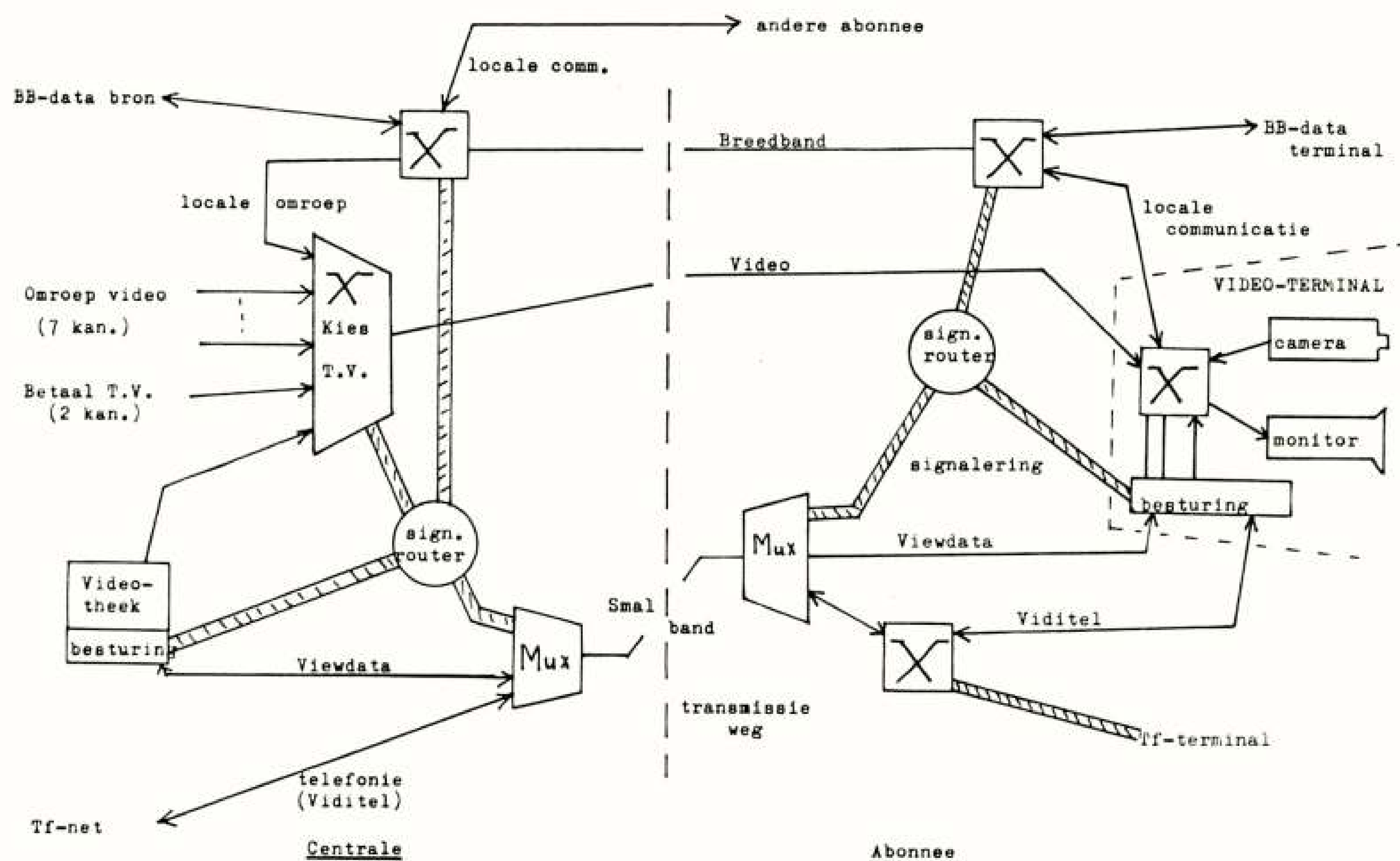
Deze telefoniedienst wordt met behulp van de telefoniesignalering opgestart en de aansluiting loopt vanuit het openbare Tf-net via het smalbandkanaal en de telefoniematrix bij de abonnee.

Viewdata

Voor deze dienst wordt de besturingscomputer van de videotheek als databron gebruikt. De aansluiting loopt via een van de vijf smalbandkanalen rechtstreeks naar de besturing van de multi-functie-T.V.terminal.

Videotheek

Deze dienst wordt bestuurd via het Videosignaleringskanaal (signaling router) en de aansluiting loopt dus via het hiervoor gereserveerde 64 Kbit/s pad.



Figuur 2: Het Videosysteem

Zoals ook uit figuur 2 blijkt zijn in het systeem een aantal schakelpunten te onderkennen, die bij de opbouw van een videodienst ingesteld moeten worden.

a. De video-schakelaar in de terminal.

Deze schakelaar selekteert welk videosignaal op de monitor wordt weergegeven. De bediening vindt plaats vanuit de terminalbesturing, zodat voor deze selektie geen externe signalering noodzakelijk is.

b. De breedband-schakelaars (in centrale en bij abonnee)

Deze schakelaars worden gebruikt om het breedband kanaal voor meerdere diensten te kunnen benutten. De locale communicatie in het videosysteem maakt van dit kanaal gebruik. Een in de terminal gegenereerde signaleringsopdracht wordt via de Signalerings-routers doorgegeven aan de beide in te stellen schakelaars.

c. De kies T.V. schakelmatrix

Deze matrix krijgt alle centrale videokanalen aangeboden en selekteert na een besturingsopdracht het door de abonnee gewenste kanaal. De opdracht wordt vanuit de terminal via de beide signaleringsrouters aan de matrix doorgegeven.

d. De telefonie schakelmatrix bij de abonnee

Deze wordt binnen het videosysteem gebruikt om viditel te bedrijven. De instelling van deze matrix gebeurt vanuit de telefoon terminal, waarna de Viditel data aan de besturing van de video-terminal wordt aangeboden.



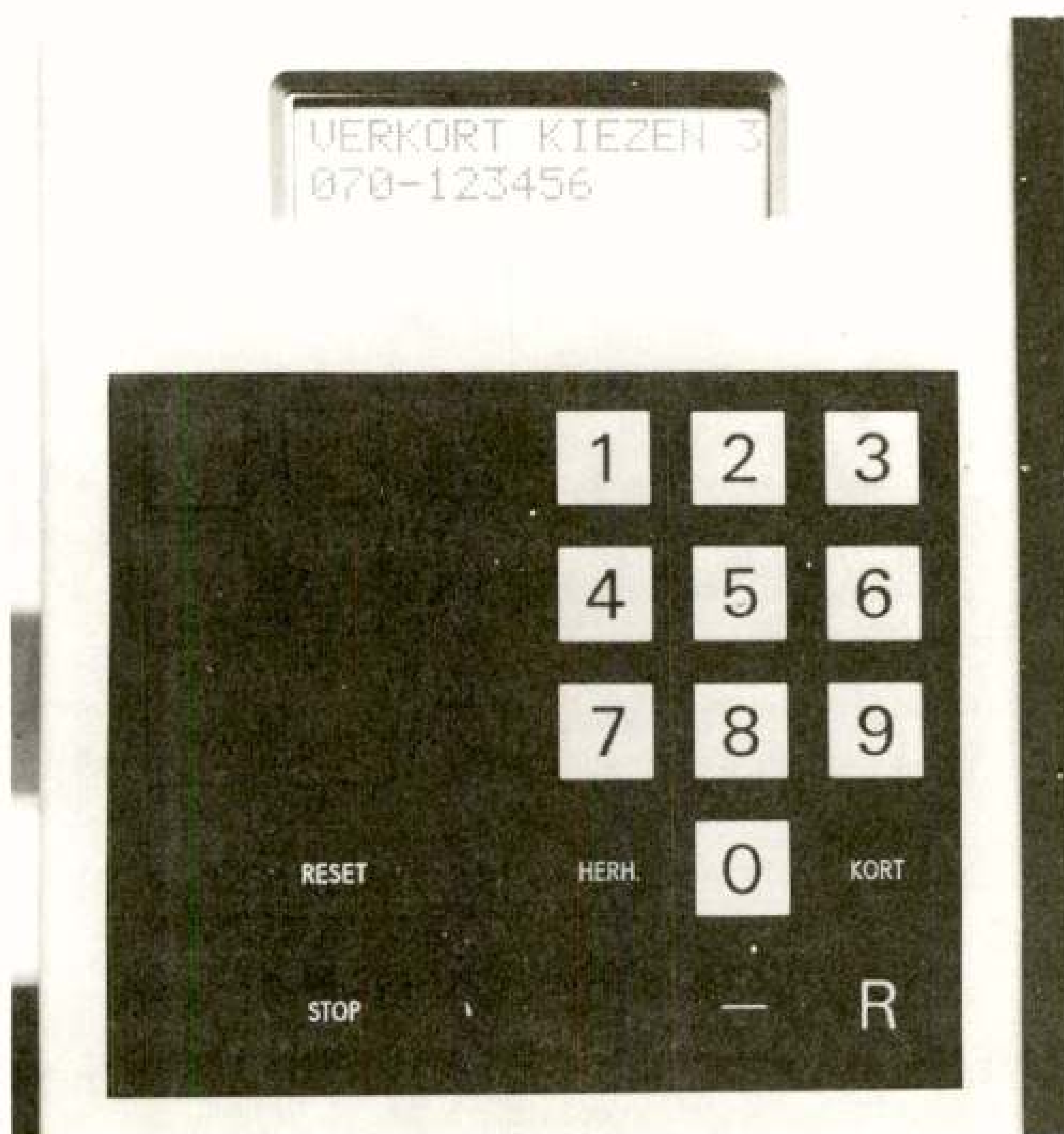
Foto 1. Telefonie terminal

Deze terminal verzorgt de omzetting van het speciale kanaal van analoog naar digitaal (64 kbit's). Deze primaire functie wordt ondersteund door een signaleringssysteem, wat bestaat uit een (toetsenbord en LCD-display) bedieningseenheid en een "out-slot" signalerings-kanaal (8 kbit/s) naar de telefonie-coördinator, waar de procedure afhandeling is ondergebracht.

Foto 2. Bediening telefonie terminal

De opstelling van de toetsen en het display. Hier is een voorbeeld van de hulp die het display biedt bij het kiezen. In dit geval is ingetoetst.

kort-3, de coördinator geeft het hier geprogrammeerde nummer. De verbindingsopbouw wordt pas gestart als het nummer gekontroleerd is en de haak wordt afgenomen.



Telefonie terminal:

Zoals uit de foto's blijkt onderscheidt de telefonie terminal zich wat betreft uiterlijk van een tot nu toe gebruikelijke terminal voornamelijk door het display, dat als procedure ondersteunend kan worden beschouwd.

De functie van dit display kan als volgt worden verdeeld:

Controle functie

het te kiezen nummer is eerst op het display te zien zodat het nagekeken kan worden voordat het naar de centrale gestuurd wordt en er eventueel een verkeerde aansluiting gemaakt zou kunnen worden.

net status weergeven

b.v. bij de opbouw van een viditel verbinding worden er via het display meldingen gegeven m.b.t. de verschillende stadia van deze opbouw.

nieuwe diensten

oproeper identificatie

oproep tijdens gesprek.

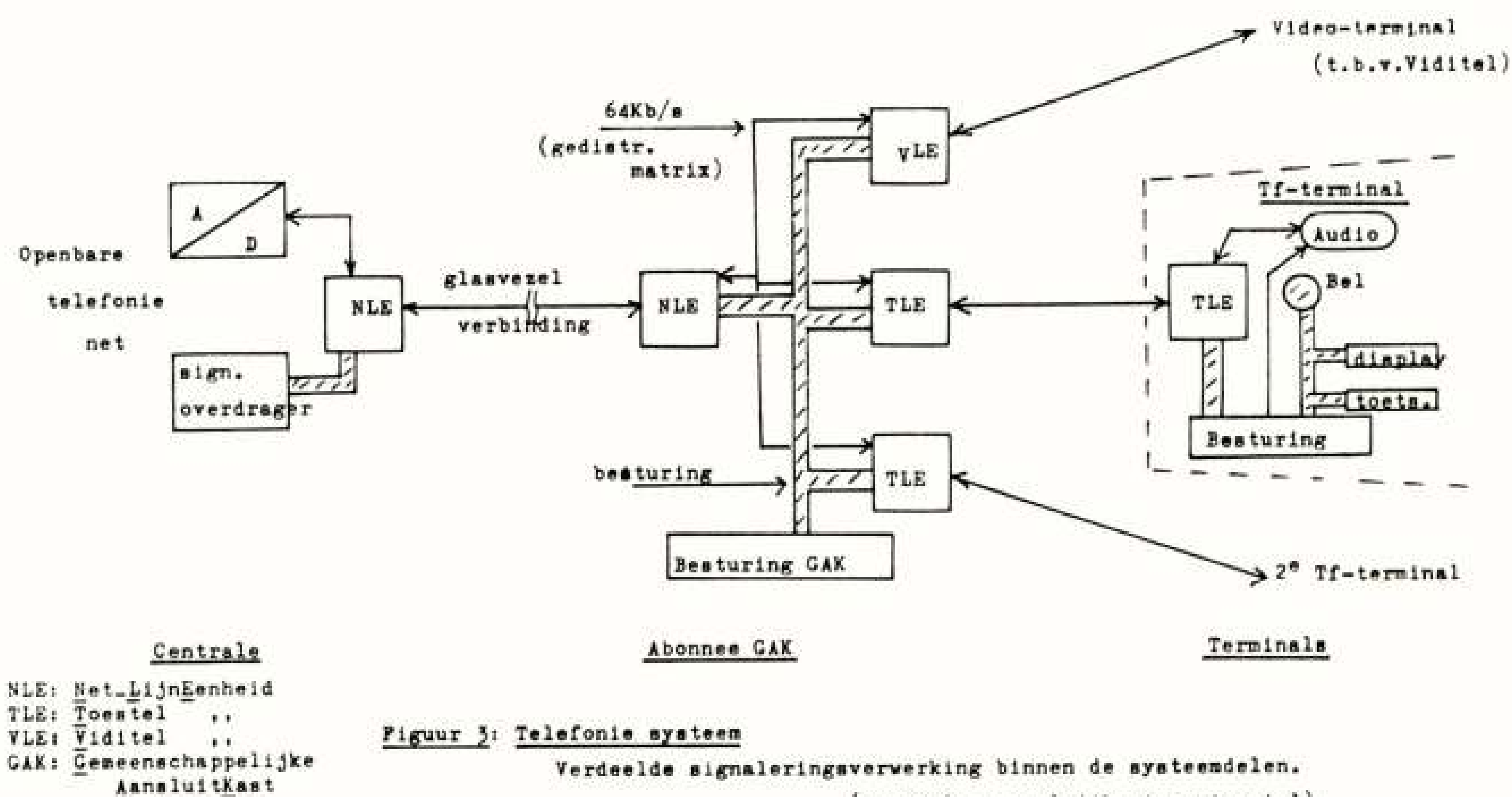
De telefonie terminal is in de eerste plaats de gebruikers interface voor alle telefonie-diensten. De ondersteuning voor de verschillende diensten is niet altijd in de terminal ondergebracht, omdat het in de meeste gevallen economischer is de programmatuur ter ondersteuning van een aantal terminals samen te voegen op een centraal punt in het systeem. Ook hier is een deel van dienstafhandeling in de abonnee-GAK ondergebracht.

-- Op eenvoudige wijze doorgeven van berichten uit het net aan de abonnee.

Figuur 3 laat de opbouw van het Telefoniesysteem zien, uit deze opbouw blijkt de modulairiteit van het signaleringssysteem.

Er wordt in de GAK gebruik gemaakt van gedistribueerde processing, de algemene functies worden centraal in de GAK-besturing behandeld, lijn-gekoppelde zaken als protocol en code-bescherming hoeven deze processor niet te belasten en worden dus in kleinere I/O processoren afgehandeld (LE's). Op deze wijze worden de onderste lagen van het OSI model geïmplementeerd in aparte processoren, terwijl de applicatie-gerichte programmatuur voor alle diensten samen in de GAK-besturingsprocessor zijn ondergebracht.

In het digitale telefoontoestel is dezelfde functionele scheiding gemaakt, waarbij de procedures voor de onderste lagen dezelfde zijn als in de GAK. Doordat de applicatieprogrammatuur hier eenvoudiger (voor 1 apparaat) is, is er echter hier een fysieke combinatie van hardware gemaakt, i.e. alle programmatuur is in een processor ondergebracht. Een dergelijke oplossing is in de centrale toegepast.



Figuur 3: Telefonie systeem
Verdeelde signaleringsverwerking binnen de systeemdelen.
(centrale, aansluitkast en toestel)

Signalering:

Naast het direkt opvallende display is er binnen het telefonie-systeem gebruik gemaakt van digitale buitenband signalering, hetgeen t.o.v. de conventionele (toon)signalering voordelen biedt.

-- Communicatie met centrale zonder belegging van 64 Kbit/s kanaal

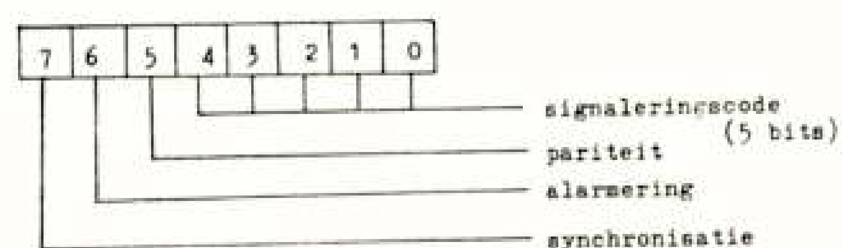
-- Eenvoudig onderscheid tussen spraak en signalering, waardoor de spraakbehandeling simpel kan zijn

Bescherming:

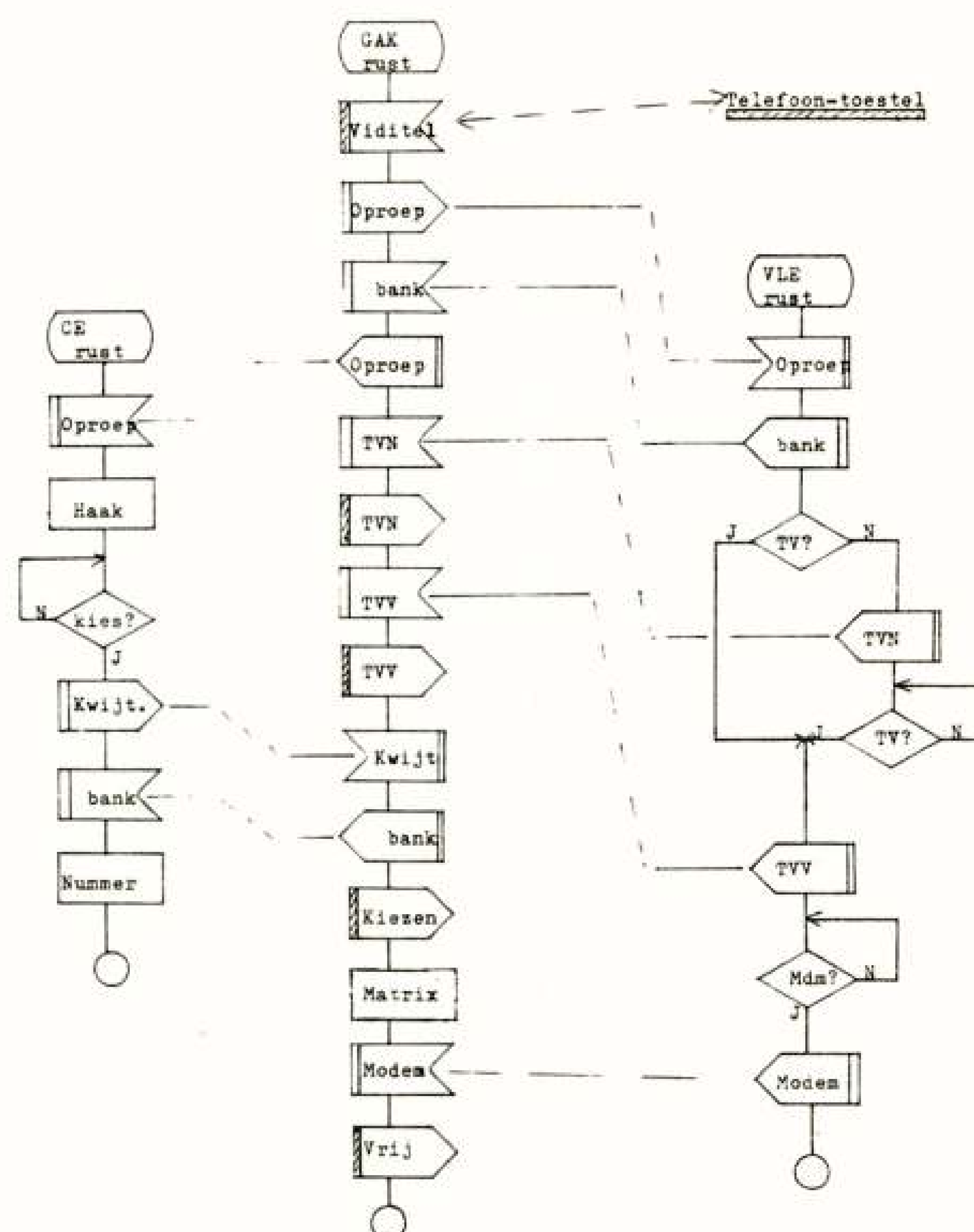
Binnen het telefoniesysteem is gebruik gemaakt van eenvoudig protocol ter bescherming van signaleringsberichten tegen optredende fouten gedurende het transport.

Dit systeem van gedwongen herhaling heeft het voordeel de tijd, die voor het oversturen van een code nodig is, altijd dezelfde is. Het systeem geeft voldoende betrouwbaarheid door de redundantie in de codes (4 keer zenden, 2 keer herkennen). Naast deze bescherming is er binnen iedere code nog een pariteitsbit gedefinieerd en een

alarmbit, wat aangeeft dat het systeem uit synchronisatie is. (figuur 4)



Figuur 4: signaleringsbericht (8 bits)



Figuur 5: Eenvoudige SDL-representatie van de procedure t.b.v.de Viditel verbindingsopbouw.

Signaleringsprocedures:

Ter illustratie van de signaleringsprocedures, die gevolgd worden bij de opbouw van verbinding is in figuur 5 een SDL beschrijving gegeven van de opbouw van een Viditel-verbinding.
De procedure wordt gestart door het toetsen van de functietoets Viditel op het telefonietoestel, wanneer deze code in de GAK ontvangen wordt start de opbouw volgens het schema van figuur 5.
De gearceerde berichten duiden op displayberichten, die op het toestel de signaleringstoestand van de opbouw weergeven.

Datafoon

Ter illustratie is een foto van de Datafoon-terminal opgenomen.
Deze terminal combineert de telefoniedienst met een smalbandige datadienst, welke voor een aantal specifieke diensten gebruikt wordt, zoals b.v. elektronisch gireren.
De datafoon heeft een aansluiting van 2 x 64 kb/s + 8 kb/s aan de Centrale waar bij de 8 kb/s weg voor signaleringsdoeleinden wordt gebruikt.



Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

HET DIVAC VIDEOTHEEKSYSTEEM

Ir. M. Stijl
Staatsbedrijf der PTT
Dr. Neher Laboratorium

The DIVAC videotheek system. This paper gives a brief description of the DIVAC videotheek system. This system offers subscribers connected to the DIVAC exchange a new kind of service, where text information, presented in a videotex alike manner, is combined with video information, available on video disks. In order to be able to offer video information on a large range of subjects, a mechanical transport system was developed to move the disks between their storage positions and a limited number of disk players.

INLEIDING

Het systeem, dat in het DIVAC-project de videotheek wordt genoemd, heeft geen enkele relatie met de bedrijfjes waarmee het misschien bij voorbaat wordt geassocieerd, nl. de videobandenuitleenbedrijven, die tegenwoordig in bijna elke straat kunnen worden aangetroffen. De naam werd ongeveer twee jaar geleden bij DIVAC verzonnen om een elektro-mechanisch systeem aan te duiden waarin video- en tekstinformatie zijn opgeslagen waarover de abonnee thuis kan beschikken. Het systeem maakt het mogelijk bij de abonnee met behulp van de DIVAC multifunctie videoterminal te bladeren in een informatiebestand, waarin zowel tekstbladzijden als bewegende beelden zijn opgenomen.

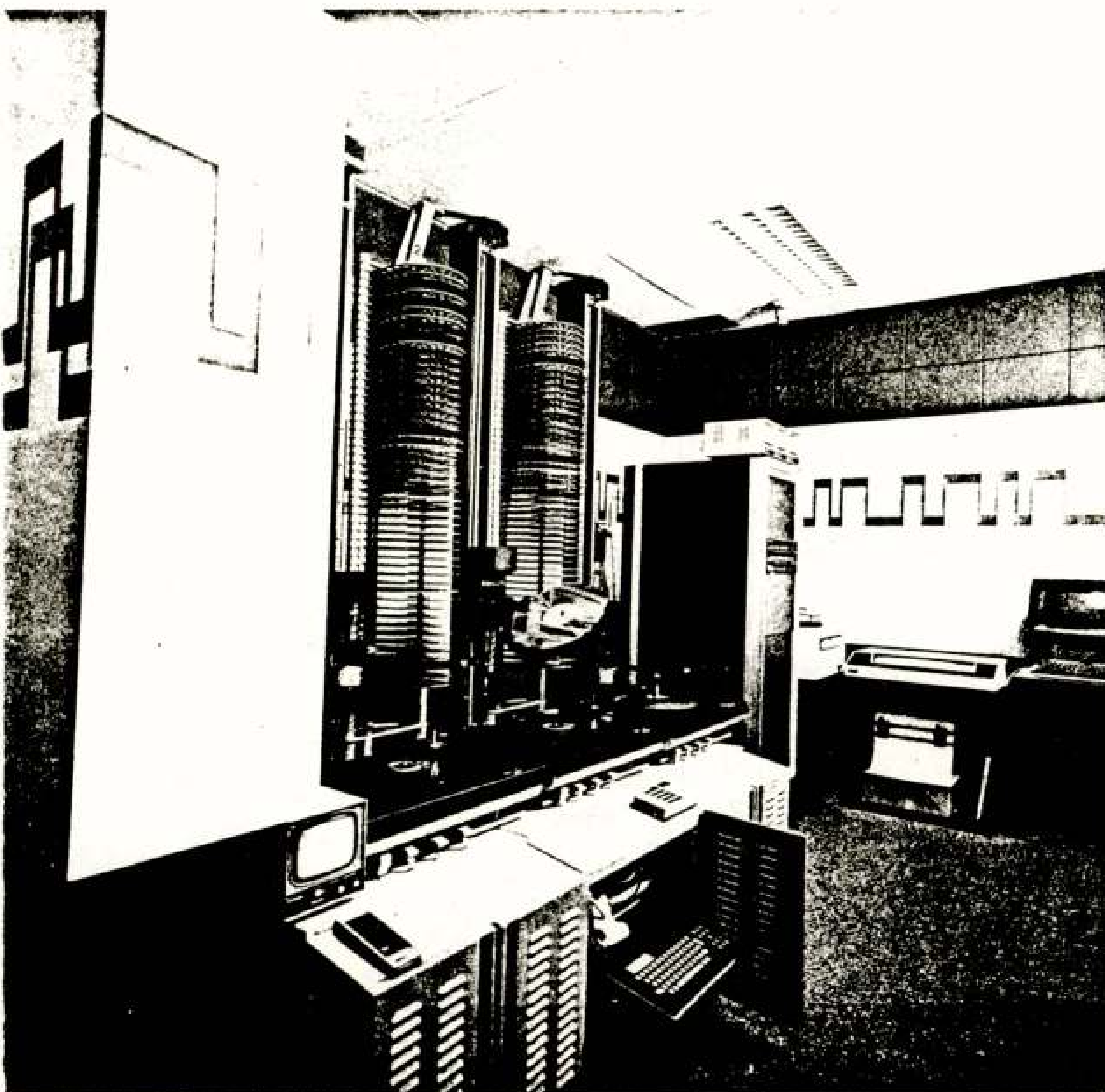
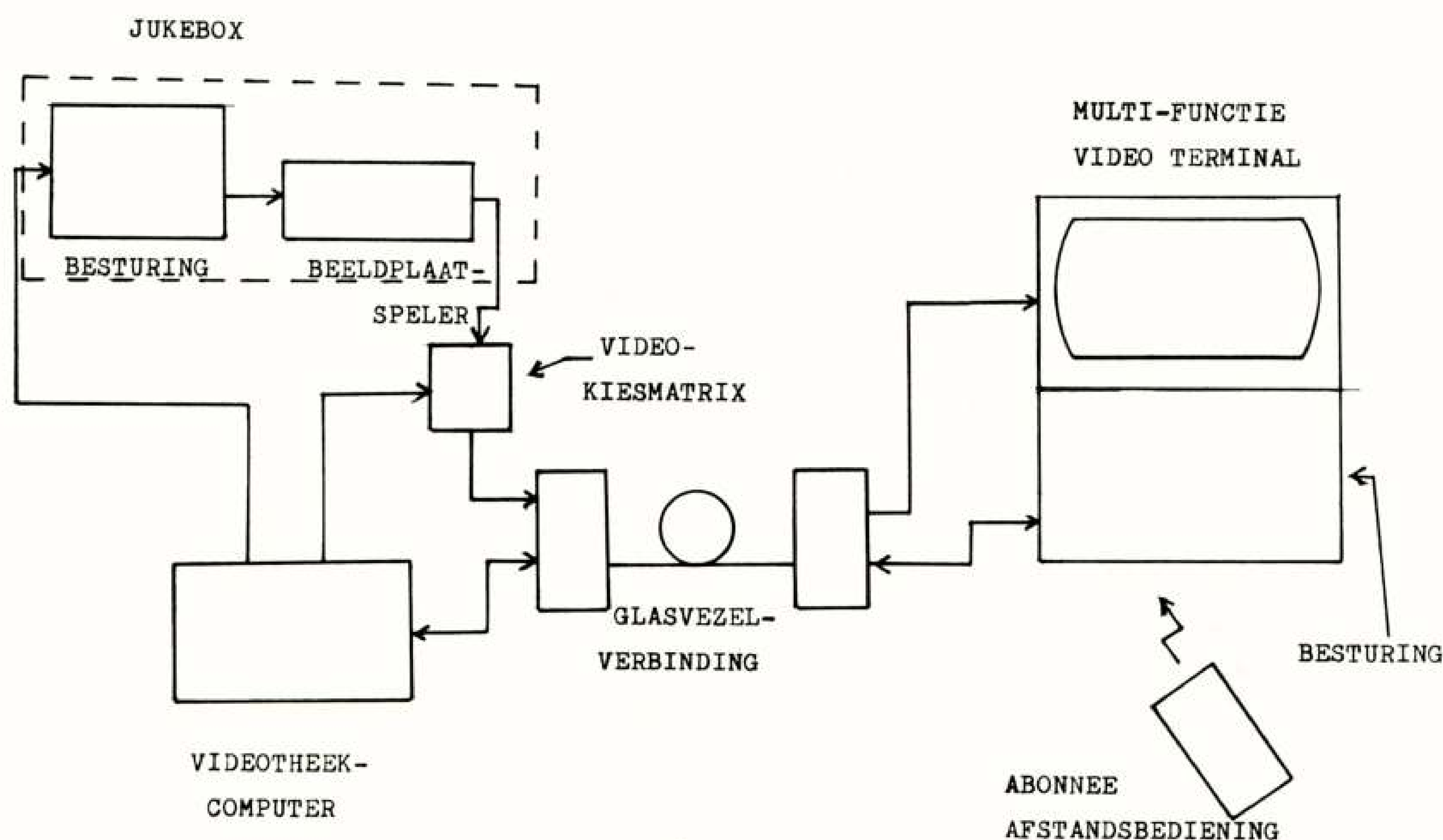


Foto 1:
Overzicht van de videotheek. Op de voorgrond de jukebox, op de achtergrond de videotheekcomputer met printer en hard disk. Er zijn twee platenmagazijnen zichtbaar. Op de laatste van de drie beeldplaatspelers draait een plaat en de arm van het middelste element is bezig een plaat om te draaien. In de geopende kast valt een deel van de besturingselektronica te zien.

De informatie is geordend in een zogenaamde boomstructuur, die grote gelijkenis vertoont met de structuur van Viditel. Via keuzes in menu's wordt een weg gevonden naar de bladeren van de boom, die de informatie bevatten. In tegenstelling tot Viditel is deze informatie niet georganiseerd naar informatieleverancier, maar naar onderwerp. Het is mogelijk direct te beschikken over het laatste nieuws op het gebied van weer, actualiteiten, beurskoersen, etc. (vergelijkbaar met het aanbod van de Viditel-databank). Maar er kan nu bijvoorbeeld ook in een encyclopedie worden gekeken, waarin tevens filmfragmenten of stilstaande beelden zijn opgenomen en kunnen cursussen worden gevolgd waarbij de abonnee door middel van het zien van filmbeelden en het daarna beantwoorden van vragen, kennis kan opdoen over uiteenlopende onderwerpen. Tevens is het mogelijk een selectie te maken uit een groot aanbod van speelfilms. Deze films worden voorafgegaan door teksten met recensies, achtergrondinformatie, e.d.

GEBRUIK VAN DE VIDEOTHEEK

De gebruiker beschikt over een afstandsbediening waarop zich tien cijfertoetsen en twee extra toetsen, vaak sterretje en hekje genoemd, bevinden. De multifunctie terminal vangt de codes van de door de abonnee ingedrukte toetsen op en zendt deze via het glasvezelnet naar de videotheekcomputer (zie figuur 1).
Nadat de gebruiker op het initiële DIVAC-videodienstenmenu de videotheekdienst heeft gekozen, zoekt de terminal via een retourkanaal verbinding met de videotheekcomputer die zich in de centrale bevindt. Hierna genereert de terminal automatisch het voor toegang tot de videotheek benodigde toegangs- en codewoord. Vervolgens zendt de videotheekcomputer het eerste zoekmenu naar het beeldscherm van de abonnee. Hierop worden een aantal hoofdonderwerpen en zoekmethoden genoemd. Nu kan het gewenste beeldnummer worden ingetoets, onmiddelijk of na raadpleging van een alfabetische lijst. Als het gewenste beeldnummer niet bij voorbaat bekend is, kan de computer behulpzaam zijn bij het vinden van de gewenste informatie.



FIGUUR 1: VERBINDINGEN TUSSEN ABONNEE EN VIDEOTHEEKCOMPUTER (ALGEMEEN OVERZICHT).

De informatie in de videotheek is zo gestructureerd, dat door middel van keuzes in menu's de toegang tot de informatie vereenvoudigd is. Daartoe is bij de nummering van de informatie gebruik gemaakt van de uit de bibliotheekwereld bekende SISO*-indeling, waarbij aan elk onderwerp een decimaal getal is toegekend. Bij de opbouw van de informatie zoekboom kan met behulp hiervan aan ieder onderwerp een paginanummer worden toegekend, dat een logische samenhang heeft met de nummering en de benaming van de menu's die naar deze bladzijde verwijzen. Als de abonnee in het bezit is van een SISO-catalogus, kan rechtstreeks het bij het onderwerp horende nummer worden gekozen en wordt de informatie direct gezonden.

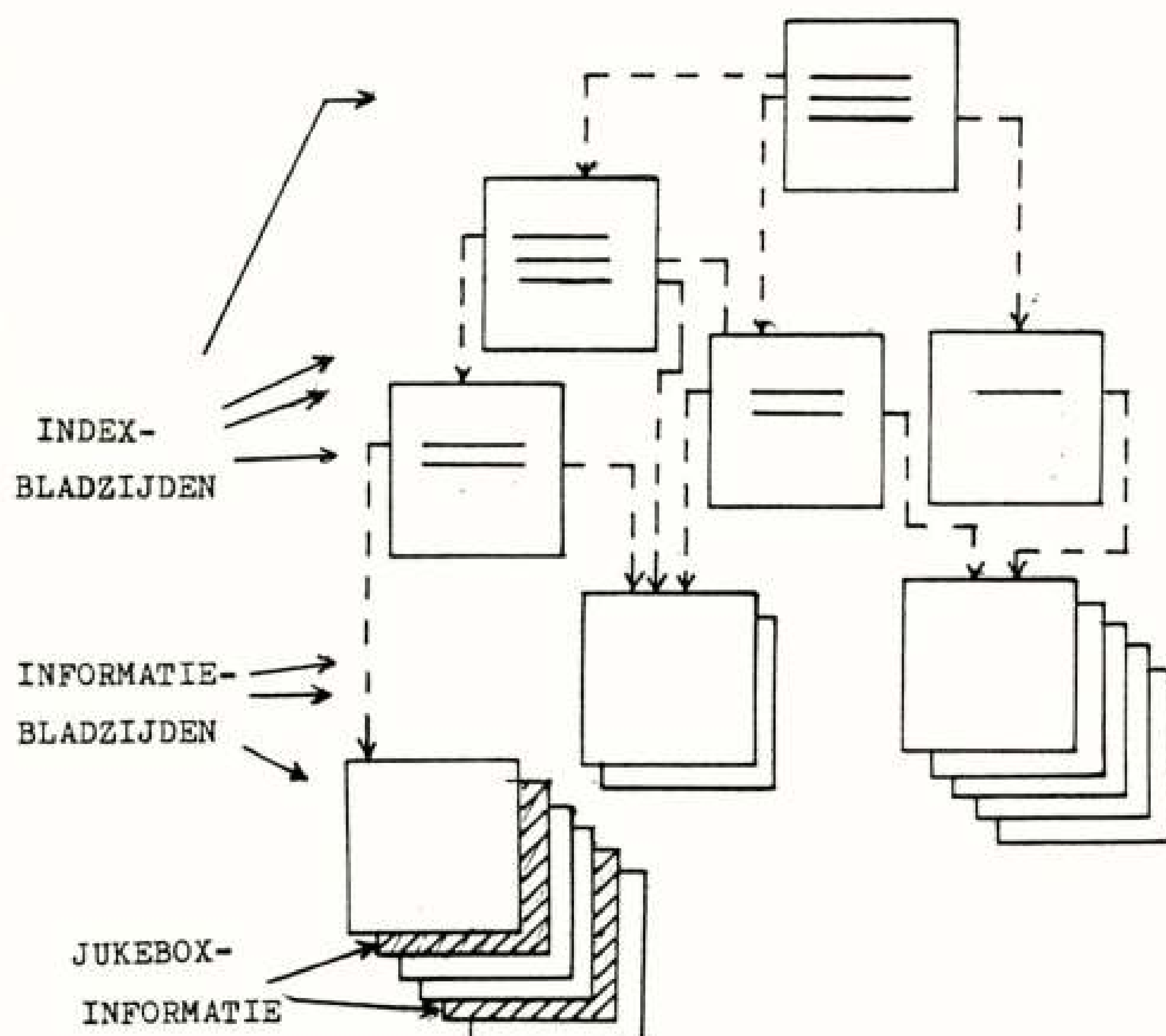
WERKING VIDEOTHEEK

Het beheer over de videotheek is in handen van een aangepast viewdataprogramma dat draait in de hoofdbesturingscomputer. Dit programme verzorgt de correcte afhandeling van de informatiestromen die op aanvraag naar de verschillende abonnees moeten worden verzonden. Er kunnen tegelijkertijd verscheidene abonnees gebruik maken van de videotheek. De tekstinformatie wordt bij de abonnee afgebeeld op het scherm van de multifunctie terminal waarop 24 regels van 40 karakters kunnen worden geschreven. Er wordt hierbij gebruik gemaakt van de ASCII-karakterset. Deze bladzijden voldoen aan de geldende Videotexnormen.

OPBOUW VIDEOTHEEK INFORMATIEBESTAND

Wat hun functie betreft, onderscheidt het viewdataprogramma twee soorten bladzijden, nl. indexbladzijden en informatiebladzijden (zie figuur 2). De indexbladzijden bevatten verwijzingen naar de informatie die aanwezig is in de videotheek. Hiermee kan de gebruiker zijn weg zoeken door de aanwezige informatie. Dit type bladzijde bevat zelf geen informatie over de onderwerpen, maar bepaalt wel de structuur van de databank. Op iedere indexbladzijde wordt een menu afgebeeld. Door te kiezen in de menu's die op de achtereenvolgende indexbladzijden staan, komt men uiteindelijk bij de informatiebladzijden. De informatiebladzijden bevinden zich in groepjes, zogenaamde multi-pages, aan het eind van de takken van de zoekboom. Met één toetsing is het nu mogelijk de informatiebladzijden van dezelfde groep achtereenvolgens op het scherm te krijgen.
Oorspronkelijk kent het viewdataprogramma twee typen informatiebladzijden, nl. normale tekstbladzijden en antwoordbladzijden. Met het laatste type is het mogelijk berichten te versturen of bestellingen te doen. Om de jukebox te kunnen besturen is een speciaal type informatiebladzijde toegevoegd, de jukebox informatiebladzijde. Als de gebruiker op een dergelijke bladzijde is gekomen, weet de computer aan de hand van een op deze bladzijde aangegeven kenmerk dat een deel van de informatie voor de jukebox bestemd is. De videotheekcomputer zendt een pauzebeeld naar de abonnee en begint met het interpreteren van de jukebox informatie.

*SISO = schema voor de indeling van de systematische catalogus in openbare bibliotheken.

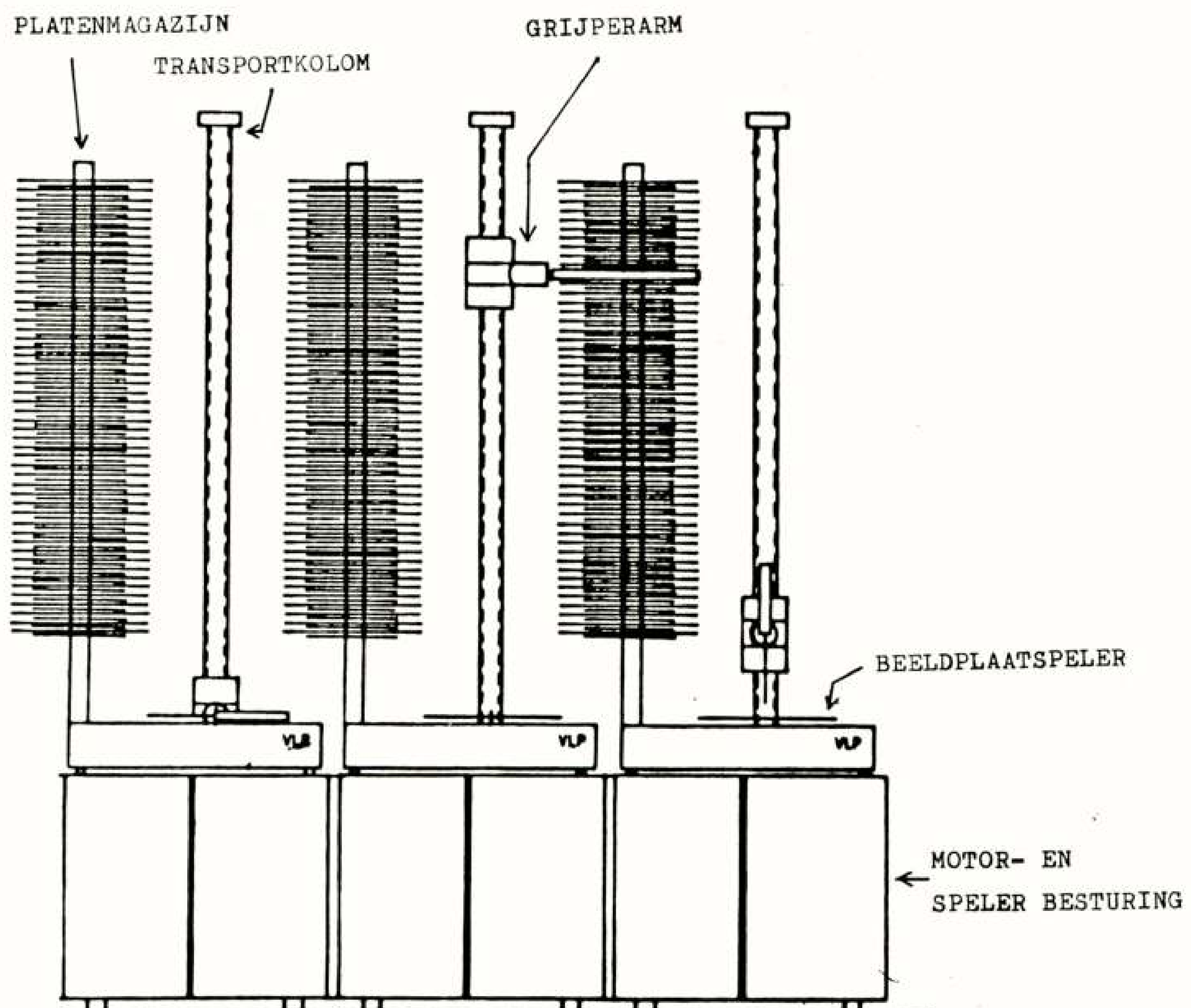


FIGUUR 2: BOOMSTRUCTUUR IN DE VIDEOTHEEK. VIA KEUZES OP DE MENU'S VAN DE INDEXBLADZIJDEN KOMT MEN BIJ DE INFORMATIEBLADZIJDEN.

WERKING JUKEBOX

Elke beeldplaat die zich in het videotheeksysteem bevindt, heeft een nummer. De computer zoekt dit nummer op in het bestand van beschikbare plaatnummers. Dit bevindt zich in het achtergrondgeheugen van de videotheekcomputer. De jukeboxbesturing beschikt niet over deze informatie en kan alleen de commando's interpreteren.

Blijkt de plaat niet aanwezig te zijn of reeds bezet, dan ontvangt de abonnee hiervan een melding. Is dit niet het geval, dan zoekt de computer een vrije speler en vervolgens een vrije weg langs de rekken waarlangs de gewenste plaat naar de speler kan worden vervoerd. Deze weg wordt tijdelijk als bezet gekenmerkt.



FIGUUR 3: OVERZICHTSTEKENING VAN HET TOTALE BEELDPLAAT OPZOEK- EN AFSPEELSYSTEEM

Daarna stuurt de computer transportcommando's naar de jukeboxbesturing die hoort bij het element waarin de plaat ligt. Deze besturing zorgt ervoor dat, eventueel samen met andere besturingen, de plaat door het mechanische transportsysteem naar de vrije speler wordt gebracht. Hierna wordt de speler gestart en ontvangt de spelerbesturing informatie over het gewenste fragment (zie figuur 3). Is de plaat op snelheid, dan wordt het fragment opgezocht. Is dit gebeurd, dan schakelt de computer de videomatrix in de centrale zodanig, dat er verbinding is tussen de video-uitgang van de zojuist gestarte speler en de abonnee, die om het fragment heeft gevraagd. Dan wordt de multifunctie terminal van de abonnee overgeschakeld van tekstmonitor naar videomonitor en krijgt deze de beelden die werden aangevraagd (zie figuur 1). De transportweg door de jukebox wordt weer vrijgegeven, maar de speler en de plaat blijven uiteraard bezet.
Na afloop van het fragment krijgt de abonnee de volgende tekstbladzijde op zijn scherm waarop bijvoorbeeld een nieuw fragment kan worden gekozen. Als de abonnee te kennen geeft te willen stoppen of een andere plaat te willen bekijken, dan wordt de draaiende plaat gestopt en weggelegd op de dichtstbijzijnde vrije plaats in een rek.

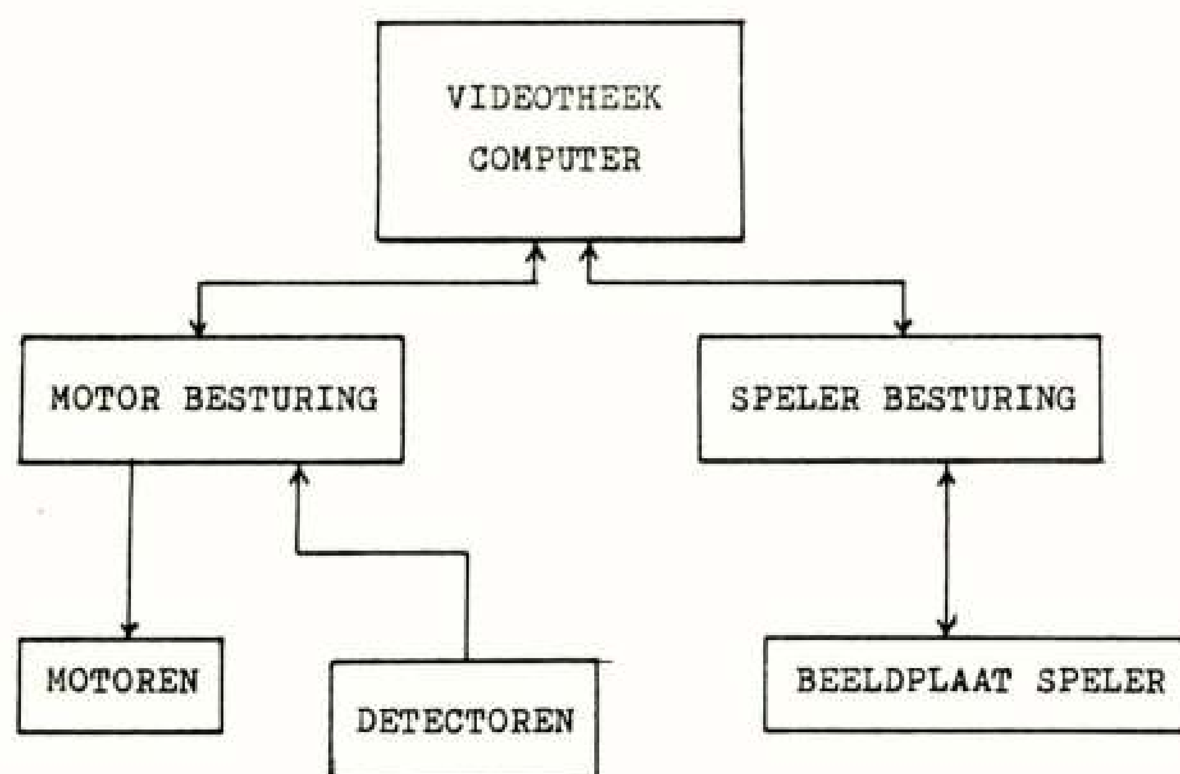
LASERVISIONPLAAT

Voor de bewegende beeldinformatie wordt gebruik gemaakt van laservisionbeeldplaten, die liggen opgeslagen in drie rekken. In ieder rek is plaats voor maximaal 50 platen. De videotheekdienst is ook te realiseren met behulp van videocassettebanden in plaats van laservisionplaten. Daarbij hebben videobanden het voordeel dat deze zeer goed verkrijgbaar zijn, het assortiment van voorbespeelde cassettes groot is en de mogelijkheid bestaat banden zelf te vullen.

Voor beeldplaten geldt dat deze nog zeer sporadisch verkrijgbaar zijn, waarbij de keuze beperkt is en dat het opnemen slechts in speciaal uitgeruste fabrieken mogelijk zijn. De keuze is toch op de beeldplaat gevallen, omdat bij de huidige apparatuur een betere beeldkwaliteit kan worden geboden die, in tegenstelling tot de videobanden, niet lijdt onder intensief gebruik. Daarbij is de opzoektijd van fragmenten op een beeldplaat gemiddeld korter dan bij een videoband.
Afhankelijk van het type plaat is er per kant plaats voor circa 30 of 60 minuten film. Op de CAV-plaat (active play) bevindt zich per track precies een videobeeld. Elk beeld heeft een eigen nummer, zodat exact een bepaald fragment kan worden opgezocht.
Op dit type plaat staat dan ook vaak beeldmateriaal met een encyclopedisch karakter, dat bestaat uit een aantal los te beschouwen delen. Deze platen zijn dan ook goed bruikbaar in een video-encyclopedie of als basis van videotheekcursussen.
Op de CLV-plaat (long play) met langere speelduur is het niet mogelijk een bepaald fragment precies op te zoeken. Wel is het mogelijk een bepaalde scene op een aantal seconden nauwkeurig op te zoeken. Meer is bij het afspelen van films niet nodig.
De beeldplaten zijn aan twee zijden afspeelbaar. Een speelfilm met gemiddelde speelduur van 100 minuten zal meestal op één plaat passen. Er bestaan echter ook speelfilms die zich op twee platen bevinden.
Op het moment bevat de videotheek ongeveer 60 titels die zich op zo'n 70 beeldplaten bevinden. Hieronder bevinden zich o.a. bekende speelfilms als The Sound of Music, Cabaret en History of the World, part 1, maar ook een verzameling van vogelfilmpjes, beelden van historische treinen, sportfilms over bijvoorbeeld voetbal en tennis en een aantal kinderfilms.

JUKEBOXBESTURING

Het videotheeksysteem bestaat uit een P-857 minicomputer en een jukebox. Ieder element bestaat uit een magazijnkolom, een transportkolom, een grijperarm, een fixeerarm, een beeldplaatspeler en besturingselektronica (zie figuur 3). De besturing van de motoren per element wordt gedaan door een microprocessor (type 2650, Signetics). In ieder element bevindt zich ook een beeldplaat- of laservisionspeler. Deze speler wordt bestuurd door een P-2000 personal computer. Dit is een computer die is opgebouwd rond een Z-80 microprocessor.
De communicatie tussen de besturingsmicroprocessoren en de videotheekcomputer gebeurt via een V-24 verbinding met een seinsnelheid van 9600 baud in beide richtingen (zie figuur 4).



FIGUUR 4: OPBOUW VAN HET VIDEOTHEEKSYSTEEM
Elk element heeft een eigen motor- en beeldplaatspelerbesturing.

BEELDPLAATBESTURING

Voor de jukebox is gebruik gemaakt van normale laservisionspeler. Buiten de mechanische aanpassing van de buitenkant van de speler zijn er alleen voorzieningen getroffen om deze met een computersysteem in plaats van met de hand te kunnen besturen. Alle besturingsfuncties, zoals versneld spelen, zoeken en stilstaand beeld zijn daarmee ook met de P-2000 computer bestuurbaar. Tevens is het mogelijk het videobeeldnummer door een computer in te laten lezen. Deze informatie, die in enkele van de 625 lijnen van een videobeeld is opgeslagen, is normaal alleen op het scherm zichtbaar te maken. Met deze beeldnummerinformatie is het mogelijk bepaalde fragmenten en beelden op te zoeken en bij de abonnee op de multifunctie terminal te vertonen.

MOTORBESTURING

Deze bewegingen worden gedaan met behulp van vijf stappenmotoren per jukeboxelement. Voor de eigenlijke besturing van de frequentie van stappulsen voor de verschillende stappenmotoren beschikt iedere motor over een eigen controller chip. Deze chip geeft een pulsreeks af, die door een aparte stroomsturing wordt omgezet in stroompulsen die door de spoelen van de motor lopen. Deze stromen veroorzaken de rotatie van de motoras. Het is voor een beperking van de slip van de motor nodig dat de aanloopsnelheid en de belasting nauwkeurig bekend zijn.
De toevoer van parameters over de gewenste snelheid en het aantal stappen wordt vanuit de motorbesturingsmicroprocessor gedaan. Elke bewegingsrichting van de stappenmotor wordt extra bewaakt met behulp van optische detectoren, die bij het bereiken van de uiterste stand een signaal afgeven. De motorbesturing weet hierdoor, dat de gewenste stand is bereikt. Hiermee wordt voorkomen dat bij het eventueel optreden van slip, het systeem in ongerede raakt.

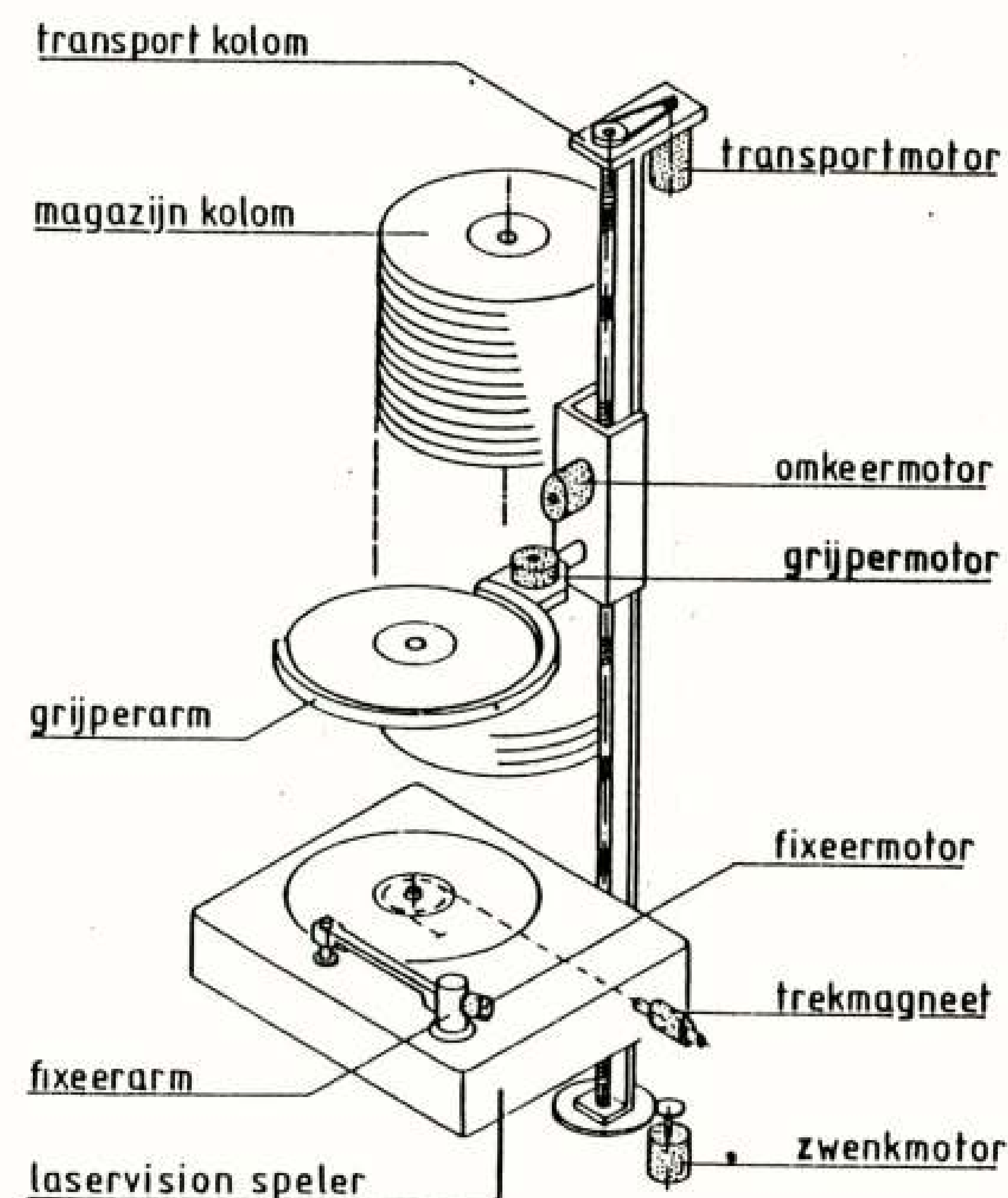
MECHANISCHE OPBOUW

Er zijn vijf motoren, die gezamenlijk zorgdragen voor het transport van platen uit het rek naar de beeldplaatspeler en tussen twee naast elkaar liggende rekken onderling (zie figuur 5). De grijpermotor bevindt zich op de grijperarm en zorgt ervoor dat drie nokjes de beeldplaat tijdens het transport in arm vasthouden.
De grijperomkeermotor bevindt zich op het transportblok in de transportkolom. Deze motor zorgt ervoor dat de grijperarm 180 graden kan draaien. Dit is nodig om de beeldplaten aan beide zijden te kunnen afspelen en om platen van het ene rek in het andere te kunnen leggen. De motor kantelt hiertoe de grijperarm, zodat deze met de open zijde in het rek kan komen.
De transportmotor zorgt voor de verticale beweging van het grijperblok. Met behulp van deze motor kunnen de platen vanaf verschillende plaatsen in het rek naar de speler worden gebracht.
De transportkolom zwenkmotor zorgt ervoor dat de gehele transportkolom zich om zijn eigen as kan draaien. Deze beweging kent drie rustposities, nl. met de grijperarm in het eigen rek gedraaid, met de hartlijn van de grijper recht boven de as van de motor van de beeldplaatspeler en met de grijperarm in het naastliggende rek gedraaid.
De fixeerarm brengt na het opleggen van een plaat op de speler het magnetische dopje op zijn plaats. Dit dopje wordt op de as van de spelermotor gehouden om ervoor te zorgen dat een niet geheel vlakke plaat zich niet als een vliegende schotel door de ruimte gaat bewegen en om de slip bij het starten van een speler te beperken.
Elke motorbesturing bestuurt de vijf motoren, die bij zijn eigen element behoren. De commando's die de videotheekcomputer kan geven, bestaan uit een bewegingscode, eventueel gevolgd door één of twee plaatsnummers.

Voorbeelden van deze bewegingscodes zijn:

- draai de plaat om die op de speler ligt,
- haal de plaat van een bepaalde plaats naar de speler,
- berg de plaat van de speler op, op een bepaalde plaats, en
- breng een plaat van de ene plaats in het ene rek naar een andere plaats in het naastliggende rek.

De motorbesturing zoekt vervolgens uit welke motoren gebruikt moeten worden en in welke volgorde. Er zijn geen voorzieningen getroffen, waardoor de motorbesturing van een rek weet waar de grijperarm van het naastliggende rek zich bevindt. De videotheekcomputer zal er zorg voor moeten dragen dat twee armen niet tegelijkertijd op dezelfde hoogte in hetzelfde rek grijpen.
Voor het starten en stoppen van de laservisionspeler bestuurt de motorbesturing ook een trekmagneet.



FIGUUR 5: DOORSNEDE VAN HET MECHANISCHE DEEL VAN EEN JUKEBOXELEMENT

CURSUS

Voor het volgen van een cursus maakt de abonnee slechts ten dele gebruik van de videotheekcomputer. Wanneer de gebruiker via de zoekboom bij een cursus is aangekomen en besluit deze te volgen, dan zoekt het jukeboxbesturingsprogramma een ongebruikte laservisionspeler. Vervolgens wordt de bij de cursus horende beeldplaat in de rekken opgezocht en naar de speler getransporteerd. Tegelijkertijd zendt de videotheekcomputer het cursusprogramma naar de bij de speler behorende P-2000. Op het moment dat de beeldplaat op toeren is gekomen, wordt het programma gestart. Hierna verzorgt de P-2000 zelfstandig het verloop van de cursus. Deze zorgt ervoor dat de juiste beelden worden opgezocht, speelt de goede fragmenten af, zendt de teksten en vragen naar het beeldscherm van de abonnee en reageert op de door de abonnee gegeven antwoorden.
Zo kan na een foutief antwoord een deel van het voorafgaande worden herhaald of eventueel de stof in een andere volgorde worden gepresenteerd. De videotheekcomputer fungeert hierbij slechts als doorgeefluik; deze weet welke abonnee met de cursus bezig is, zodat de teksten van de P-2000 naar deze abonnee kunnen worden toegezonden en geeft antwoorden op vragen terug aan de P-2000. Pas als de abonnee de cursus heeft beëindigd, geeft de P-2000 het beheer terug aan de videotheek. Hierop krijgt de abonnee een volgend keuzemenu en wordt de beeldplaat weer opgeborgen in de rekken.



Foto 2:
Detail van de jukebox. Op de speler draait een beeldplaat. Duidelijk herkenbaar zijn de fixeerarm en de grijperarm, die juist een plaat aan het omdraaien is. Links en rechts zijn twee beeldplaatmagazijnen zichtbaar. Het toetsenbord op de voorgrond wordt gebruikt als besturing tijdens het testen en afregelen van de verschillende mechanica-onderdelen.

CONCLUSIE

Voor het DIVAC-project is een systeem ontworpen waarmee bewegende video-informatie kan worden toegevoegd aan tekstinformatie. Daar er nog slechts een beperkt aantal onderwerpen op beeldplaten is opgenomen, kan het systeem zich niet beroepen op volledigheid. Door middel van een aantal uitgewerkte voorbeelden wordt gedemonstreerd hoe een degelijk systeem er in de toekomst uit kan zien.

De gemiddelde opzoektijd is nu circa 40 s. Eventuele verdere optimalisatie kan deze tijd tot minder dan 10 s doen afnemen.
De noodzaak van verdere versnelling van de apparatuur hangt samen met de populariteit van de geboden dienst. Bestaat de dienstverlening van de videotheek voornamelijk uit het aanbieden van speelfilms, die meestal langer dan een uur duren, dan lijkt een wachttijd van minder dan een minuut alleszins acceptabel. Gebruikt men de videotheek voornamelijk voor het opzoeken van korte fragmenten video-informatie, dan gaat de wachttijd per fragment een grote rol spelen. Daarom valt in een operationeel systeem te denken aan een gesplitste videotheek, waarbij een deel een klein aantal snel bereikbare beeldplaten bevat, terwijl het andere deel de abonnees voorziet van speelfilms. Voor dit deel komt ook videobandapparatuur in aanmerking.
Nog nader te onderzoeken punten:

- De omvang van de videotheek zal bij een eventuele veldproef of uitvoering als openbare dienst ter discussie staan.
- In welke verhouding moet het aantal jukeboxelementen staan ten opzichte van het aantal abonnees.
- Is het aantal van 50 platen per speler juist of moeten het er meer of juist minder zijn.
- Welke prijs is de abonnee bereid te betalen en om wat voor informatie vraagt hij/zij dan.
- Welke congestiekans is nog aanvaardbaar en wanneer zal de abonnee de videotheek om die reden niet meer gebruiken. Zeker is dat de normale verkeerstheorieën uit de telefoonwereld niet zonder meer bruikbaar zijn.
- Is de videotheek een concurrent van de bioscoop of vullen deze elkaar aan.
- Welke instantie zal de videotheek beheren en van informatie voorzien; moet de overheid dit doen of is hier plaats voor particulier initiatief.
- Wat zijn de gevolgen van een grote invoering van videotheeksystemen voor de werkgelegenheid, bijvoorbeeld bij bibliotheken en kranten.
- In welke mate zijn de opzoekgegevens voor de abonnee geheim.
- Welke juridische aspecten heeft de invoering, bijvoorbeeld op het gebied van copyright.

Voordracht gehouden op 21 juni 1983 op THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 315), de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI en de Benelux Sectie IEEE.

De Amerikaanse ingenieur en zijn salaris

De Amerikaanse Electrotechnische Ingenieurs vereniging IEEE (225.000 leden) volgt nauwlettend de salarisontwikkeling van haar Amerikaanse leden. Aangezien de Amerikaanse situatie nogal verschilt van de Nederlandse, volgen enkele opmerkelijke feiten en trends zoals die in IEEE tijdschriften van het afgelopen jaar gepubliceerd zijn. [1,2]. De omrekening van U.S.$ naar Hfl. wordt aan de lezer overgelaten.

In Amerika onderscheidt men drie ingenieurniveaus namelijk Bachelor(B), Master(M), en Doctoral(D), te vergelijken met resp. HTS, TH en TH gevolgd door een promotie. Er is een duidelijk verschil in de aanvangssalarissen van de pas afgestudeerden. Enkele voorbeelden:

	Bachelor(B)	Master(M)	Doctoral(D)
HP (Palo Alto)	$ 24,000	$ 27,000	$ 35,000
Sperry Univac (Blue Bell)	$ 20,500	$ 22,550	$ 24,800
Xerox (Rochester)	$ 21,500	$ 22,800	$ 32,500
Goodyear (Akron Ohio)	$ 21,000	Competitive	Competitive

Indien we het gemiddelde aanvangssalaris voor de E-ingenieur vergelijken met dat van andere richtingen, vinden we Fig. 1.

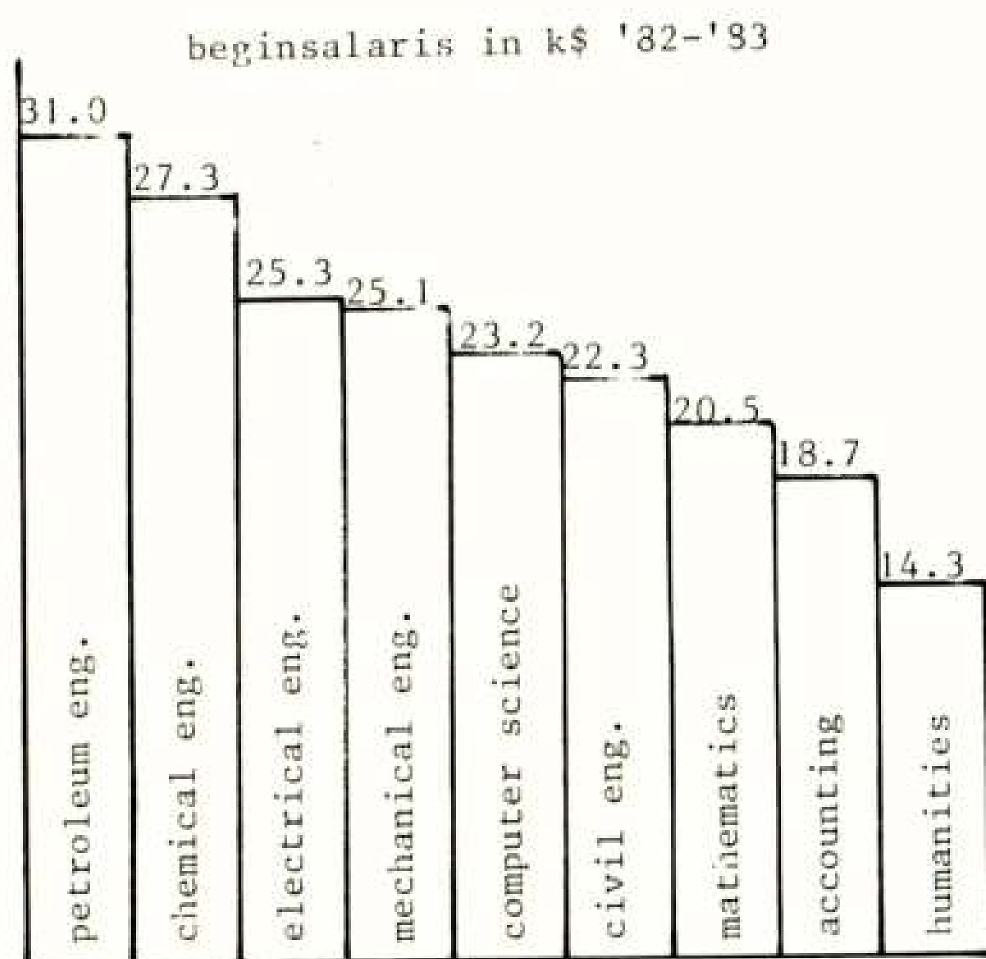


Fig. 1. Gemiddeld aanvangssalaris van U.S. afgestudeerden.

Hoewel het aantal aangeboden banen voor pas afgestudeerde electrotechnische ingenieurs lager is dan in voorgaande jaren, is het salaris redelijk hoog in vergelijking met afgestudeerden van een andere richting. De indruk is dat het over het algemeen in 1983 moeilijker is om een baan te krijgen. De verwachting is dat de marktsituatie in 1984 weer aantrekt.

Het verschil in de beloning is blijvend voor de diverse afstudeerniveaus en komt verder tot uiting indien men de gemiddelde salarissen uitzet tegen het aantal ervaringsjaren, zie Figuur 2.

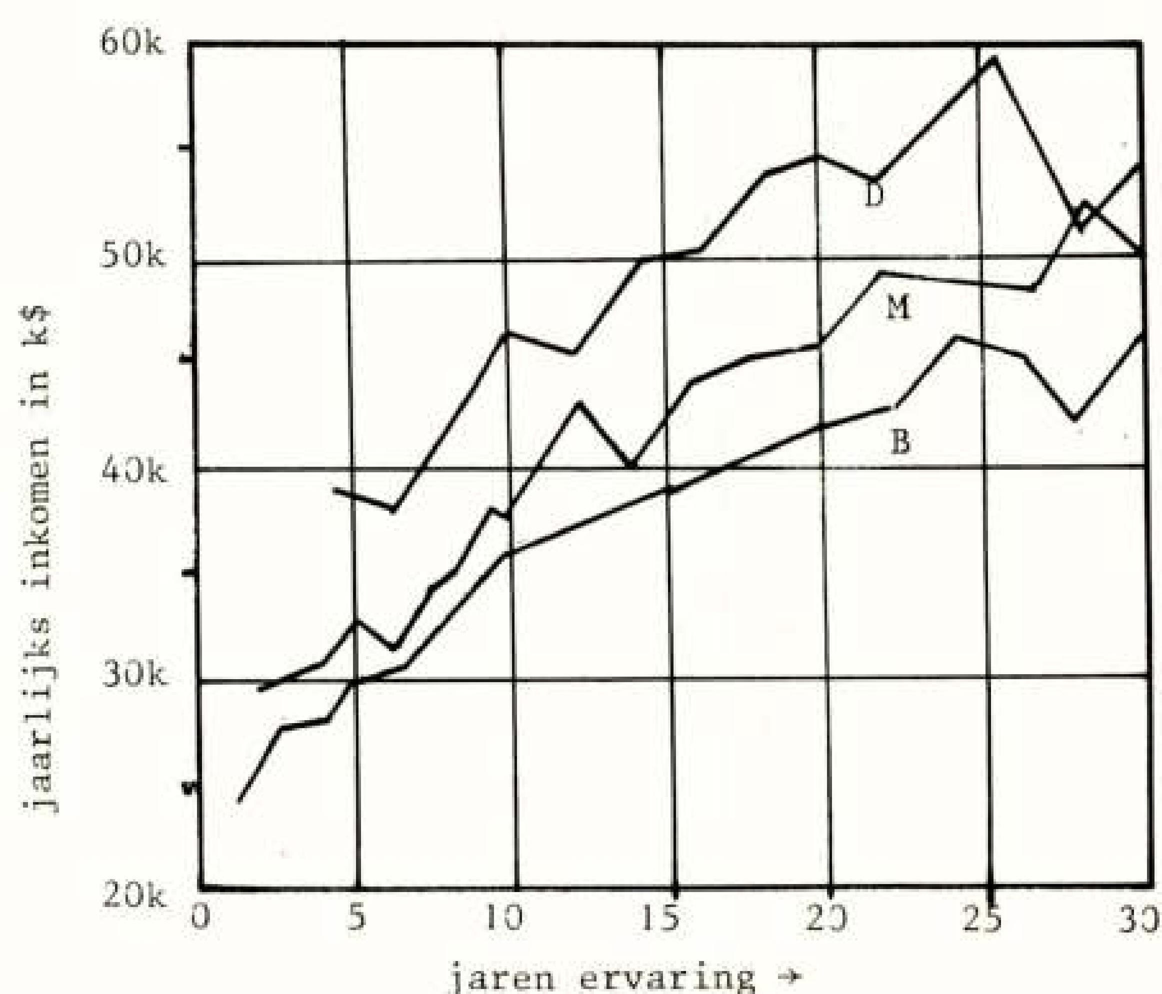


Fig. 2. Gemiddeld inkomen van ingenieurs in 1981.

De salarisontwikkeling gezien over de jaren 1972-1983, is gegeven in Figuur 3.

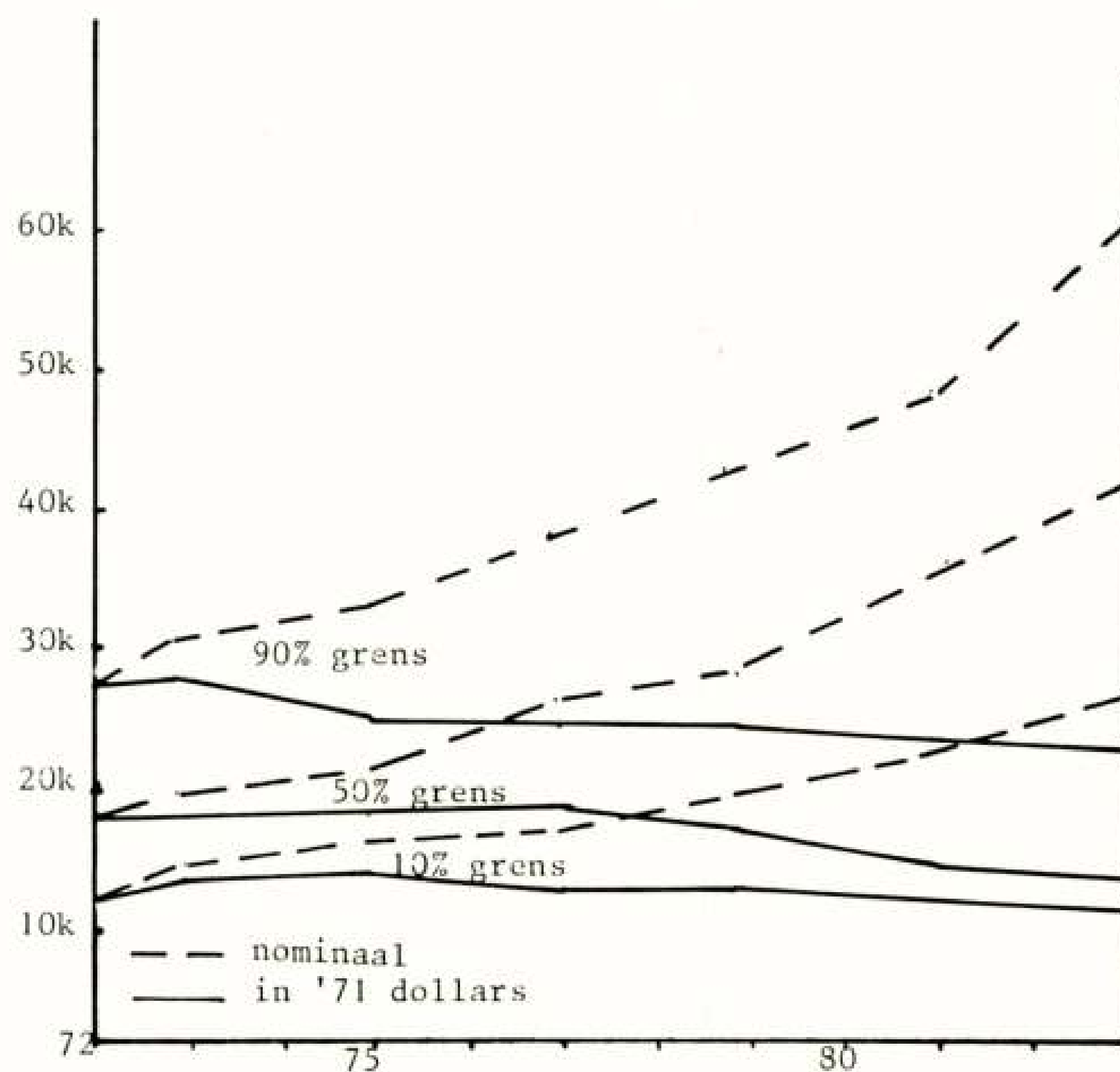


Fig. 3. Salarisontwikkeling van '72-'83.

Gegeven is hoeveel procent gemiddeld minder verdient dan de aangegeven grens. Deze gegevens zijn afkomstig

van 12,361 leden (38,9-response van geënqueteerden).
Bonussen, zoals winstdeling etc., zijn niet meegerekend.
Het salaris is omgerekend naar 1971 dollars.
Indien we het prijsindexcijfer meenemen, dan is in de loop der jaren de gemiddelde koopkracht (waardering, beloning) van de E-ingenieur niet veel veranderd. Voor 1983 zijn de gemiddelde salarissen $39,400 (B), $45,000 (M) en $48,500 (D).
Er bestaat een verschil van $22,000 tussen de twee uitersten van IEEE-leden salarissen als het gemiddelde inkomen gerelateerd wordt aan de soort baan.
Misschien wekt het verbazing dat banen in computer applicaties- tegenover onderwijs - het laagst staan in de salarisschaal, zie Figuur 4.

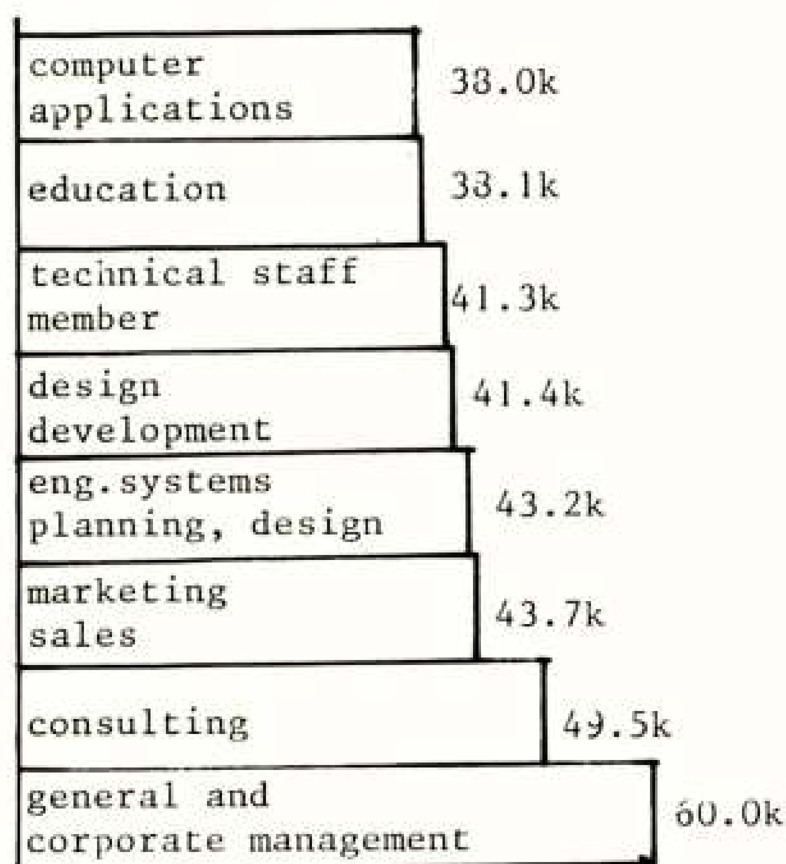


Fig. 4. Inkomen versus hoofdtaak.

Een uitgebreide samenvatting van salarisoverzichten, met diverse afhankelijkheden, is beschikbaar bij de IEEE, service center, 445 Hoes Lane, Piscataway, N.Y. 08854. De kosten zijn $ 75($ 60 voor IEEE-leden).

[1] Potentials, IEEE Magazine for Engineering students, Fall 1982.

[2] The Institute, IEEE news, supplement to IEEE Spectrum, Nov. 1982, july, August, September 1983.

A.J.Vinck

UIT HET NERG

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. F.J. Hofman, Dorpsstraat 1-D, Zevenhuizen Z.H.
P.C.M. van der Jagt, Bosb. Toussaintplein 99, Delft.
Ing. L.M.C. Muijtjens, Beryldijk 46, Roosendaal.
Prof.dr.ir. E. Seevinck, Afd. Elektrotechniek TH T, Postbus 217, Enschede.

Nieuwe leden

Dr.ir. F.M.J. Willems, Gansenboom 39, Geldrop.

Nieuwe adressen van leden

Ir. R.H. Boon, Allerheiligenweg 66-A, Breda.
Prof.dr.ir. K.B. Klaassen, 7171 Anjou Creck Circle, San Jose, California, U.S.A.
Ir. F.J. Kroon, Fien de la Marstraat 6, Hengelo.
Ir. A.V.P. van der Linden, Keukenstraat 65, Utrecht.
Ir. Tj. van der Meulen, Travers 21, Naarden.
Ir. J.C.M. Posthuma, Weidedreef 115, Zoetermeer.
P. van Rooijen, Polakkers 12, Buinen.
Ir. A. da Silva Curiel, 1 Dartnell Crescent, West Byfleet Weybridge. Surrey Kt 14 6 QG, Engeland.
Ir. V.J.M. Vermeulen, Rozenstraat 3, Middelbeers.

Overleden

Prof.dr.ir. J.L. van Soest, Rijksstraatweg 538, Wassenaar.

Conferentie aankondigingen

5th International conference on future analysis, forecasting and planning for telecommunications University of British Columbia, Vancouver, BC Canada on 1-4 July 1984. Contact adres: D.S. Furman, Bell Laboratories, RM5C-124, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, NJ 07974 - Tel.: (201) 582-2156.

The impact of information technology on engineering education, 28-30 augustus, University of Erlangen, Nürnberg. Contact adres: The european society for engineering education, SEFI, 51 Rue de la Concorde, B-1050 Bruxelles, Belgium.

ESSCIRC '84. Tenth European solid-state circuits conference; 19-21 september 1984; Edinburgh. Contact adres: Secretariat CEP Consultants Ltd, 26 Albany Street, Edinburgh EH1 3QH, UK. Tel. 031-557 2478

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 48 - nr. 5/6 - 1983

druk: de Witte Eindhoven